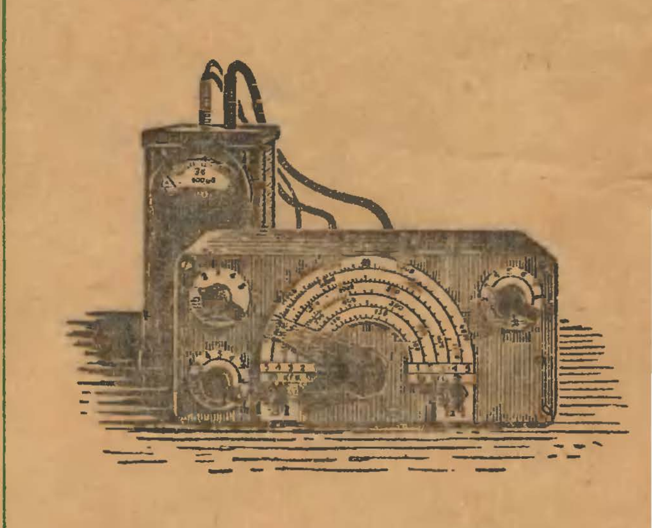


РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 323

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1959 ЛЕНИНГРАД

В книге, составленной С. Л. Матлиным, приведены схемы и описания различных радиолюбительских конструкций измерительных приборов для налаживания и ремонта радиоустройств. Большинство этих приборов экспонировалось на 10-й, 11-й и 12-й Всесоюзных выставках творчества радиолюбителей-конструкторов.

Книга предназначена для широкого круга радиолюбителей.

Редактор *А. Г. Соболевский* Техн. редактор ***Г. Е. Ларионов***

Сдано в пр-во 19/XI 1958 г. Подписано к печати 28/I 1959 г.
Формат бумаги $84 \times 108^1/_{32}$ 5,33 п. л. 6 уч.-изд. л.
Т-01162 Тираж 100 000 Цена 2 р. 40 к. Зак. № 1522

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

При современном развитии радиотехники настройка, налаживание и ремонт какого-либо сложного радиотехнического устройства немыслимы без применения измерительной аппаратуры. Поэтому на Всесоюзных выставках творчества радиолюбителей-конструкторов, ставших в нашей стране традиционными, свыше четверти общего числа экспонатов составляет различная измерительная аппаратура.

Цель настоящего сборника — ознакомить читателя с отдельными конструкциями измерительной аппаратуры, разработанной радиолюбителями.

Читатель найдет здесь описание различных приборов для измерений токов, напряжений, сопротивлений, емкостей конденсаторов, универсальных измерительных приборов, испытателей ламп и другой измерительной аппаратуры.

Все описания составлены с таким расчетом, чтобы позволить радиолюбителю, имеющему опыт в монтаже и сборке радиоаппаратуры, построить заинтересовавший его прибор. Правда, в книге не для всех измерительных приборов приводятся необходимые моточные данные катушек, дросселей и трансформаторов, однако приведенных сведений достаточно, чтобы получить эти данные расчетным путем.

С. Матлин

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОСТОЙ АВОМЕТР[1]

Прибор собран по простой схеме и позволяет измерять: напряжения постоянного тока на шкалах 0—1, 0—5, 0—10, 0—50, 0—250 и 0—500 *в*;

напряжения переменного тока с такими же пределами;

величины постоянного тока на шкалах 0—0,15, 0—1, 0—5, 0—250, 0—500 и 0—1 000 *ма*;

величины переменного тока на шкалах 0—0,5, 0—1, 0—5, 0—250 и 0—500 *ма*;

сопротивления до 2 *Мом*.

Принципиальная схема авометра приведена на рис. 1. В качестве стрелочного прибора в авометре применен гальванометр типа ИТ чувствительностью 150 *мка*. Для переключения авометра на различные виды и пределы измерений служит одноплатный переключатель $П_1$. Кроме того, для перехода с измерения токов на измерение напряжений имеется переключатель $П_2$. Переключатель $П_3$ служит для перехода с измерения на постоянном токе к измерению на переменном.

Независимо от рода измерения измеряемая цепь присоединяется к зажимам *1* и *2*.

При измерении напряжений постоянного тока последовательно с гальванометром включаются добавочные сопротивления R_1 — R_6 (число включенных сопротивлений определяется пределом измерений). Установкой переключателя $П_3$ в положение = из цепи выключается выпрямительный диод $Д_1$.

Если переключатель $П_1$ установить в одно из положений *Г* — 1000, а переключатель $П_2$ — в положение *А*, то авометром можно измерять постоянный ток. Сопротивления R_7 — R_{11} служат шунтами. Их величины определяют максимальные значения величин тока на данном пределе измерений.

[1] Конструктор Х. В. Ласс, г. Тарту.

Для измерения напряжений переменного тока переключатели $П_2$ и $П_3$ устанавливаются соответственно в положения V и ~. В этом случае последовательно с гальванометром оказываются включенными добавочные сопротивления R_{17} — R_{22} (число включенных сопротивлений зависит от

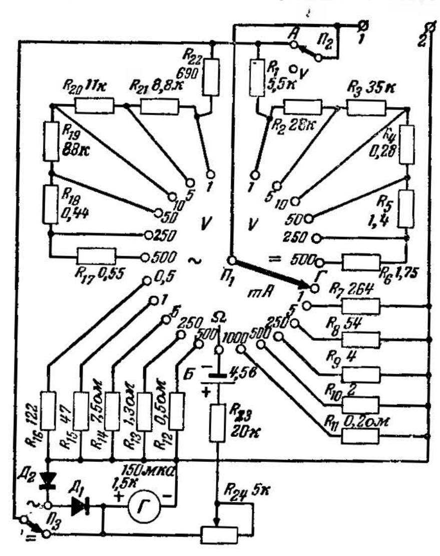


Рис. 1. Схема простого авометра.

предела измерений) и диод $Д_1$. Следует отметить, что диоды $Д_1$ и $Д_2$, соединенные между собой последовательно, оказываются подключенными параллельно гальванометру и при измерении на постоянном токе. Однако так как для постоянного тока данного направления сопротивление диодов гораздо больше сопротивления рамки гальванометра, они практически никакого влияния на работу прибора не оказывают.

Для измерения переменного тока переключателем $П_1$ подключается одно из сопротивлений R_{12} — R_{16}.

При налаживании прибора все сопротивления, относящиеся к цепям измерений переменного тока, следует уточнить, так как их величины зависят от параметров диодов.

Для измерений сопротивлений переключатель $П_1$ следует поставить в положение Ω, а переключатели $П_2$ и $П_3$ — в положения, соответствующие измерению напряжений постоянного тока. Установка нуля омметра производится

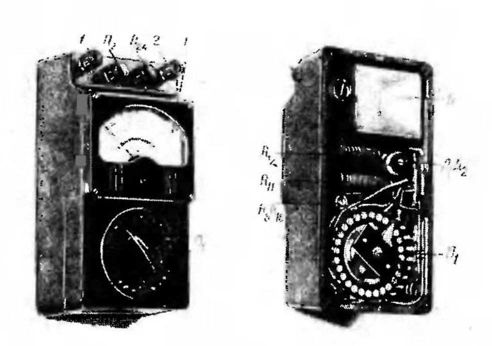


Рис. 2. Внешний вид авометра и расположение его деталей в корпусе

переменным сопротивлением R_{24} при замкнутых зажимах *1* и *2*. Питание цепи омметра, которая состоит из гальванометра и сопротивлений R_{23} и R_{24}, производится от карманной батарейки.

Внешний вид авометра и расположение основных его деталей внутри корпуса показаны на рис. 2. Корпус изготовлен из черного органического стекла. На лицевой стороне прибора расположены зеркальная шкала гальванометра, ручки переключателей $П_1$ и $П_2$, ручка сопротивления R_{24} (для установки нуля омметра) и гнезда *1* и *2* (для подключения измеряемых цепей). Переключатель $П_3$ сочленен с осью переменного сопротивления R_{24}. Шкала прибора проградуирована в измеряемых единицах.

Следует указать, что сочленение переключателей $П_2$ и $П_3$ с осью переключателя $П_1$ сделает работу с подобным авометром более удобной и позволит избежать ошибочных включений, которые могут повредить гальванометр.

АВОМЕТР[1]

Авометр позволяет измерять:

напряжения постоянного тока 0—500 *в* на шкалах 0—5, 0—50, 0—100 и 0—500 *в* (входное сопротивление вольтметра постоянного тока 4 000 *ом/в*);

напряжения переменного тока 0—500 *в* на шкалах 0—10, 0—50 и 0—500 *в* (входное сопротивление вольтметра переменного тока — около 1 600 *ом/в*);

величины постоянного тока 0—500 *ма* на шкалах 0—5, 0—50 и 0—500 *ма*;

сопротивления 1 *ом*—2 *Мом* на четырех шкалах (основная шкала имеет градуировку 0—2 000 *ом*, а остальные шкалы кратны 10, 100 и 1 000).

Авометр можно использовать и как гальванометр постоянного тока со шкалой 0—250 *мка*, а также как гальванометр переменного тока с переменной чувствительностью. Это очень удобно при использовании прибора в качестве индикатора выхода.

Принципиальная схема авометра приведена на рис. 3. Авометр состоит из гальванометра *Г* чувствительностью 215 *мка*, выпрямительных диодов $Д_1$ и $Д_2$, двухплатного переключателя $П_2$ на 11 положений, переключателей $П_1$, $П_3$ и батарей $Б_1$ и $Б_2$.

Переключатель $П_2$ служит для выбора пределов измерений. В схеме авометра применен универсальный шунт, состоящий из проволочных сопротивлений $R_1 — R_5$. Применение универсального шунта упрощает коммутацию в приборе и значительно улучшает демпфировку подвижной системы гальванометра.

При измерении напряжений постоянного тока прибор присоединяют к зажимам *Общ* и *Ω≃ Г=V*.

Переключатель $П_2$ в зависимости от пределов измерений устанавливают в одно из положений *7—10*, а переключатели $П_1$ и $П_3$ — в нижнее (на схеме) положение. В этом случае последовательно с гальванометром *Г* включаются сопротивления $R_{11} — R_{14}$. Если необходимо использовать

[1] Конструктор О. А. Лешуков. г. Архангельск.

прибор в качестве гальванометра, переключатель $П_2$ следует установить в положение *11*.

Для измерения напряжений переменного тока переключатель $П_1$ устанавливают в верхнее (на схеме) положение,

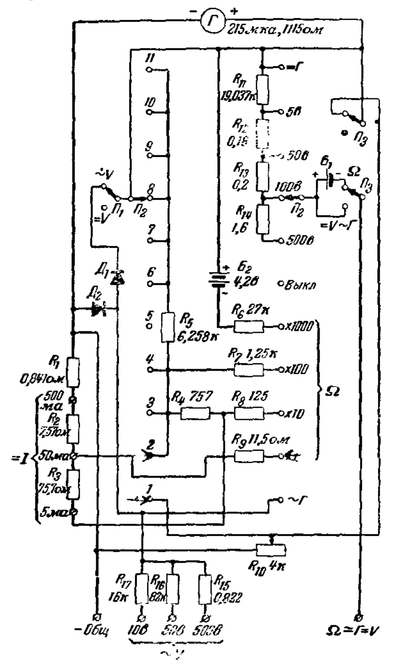


Рис. 3. Схема авометра.

а $П_2$ — в положение *6*. Прибор присоединяется к зажимам *~V* и *Общ*. В этом положении переключателей последовательно с гальванометром включаются одно из добавочных сопротивлений $R_{15} — R_{17}$ и диод $Д_1$. Диод $Д_2$ пре-

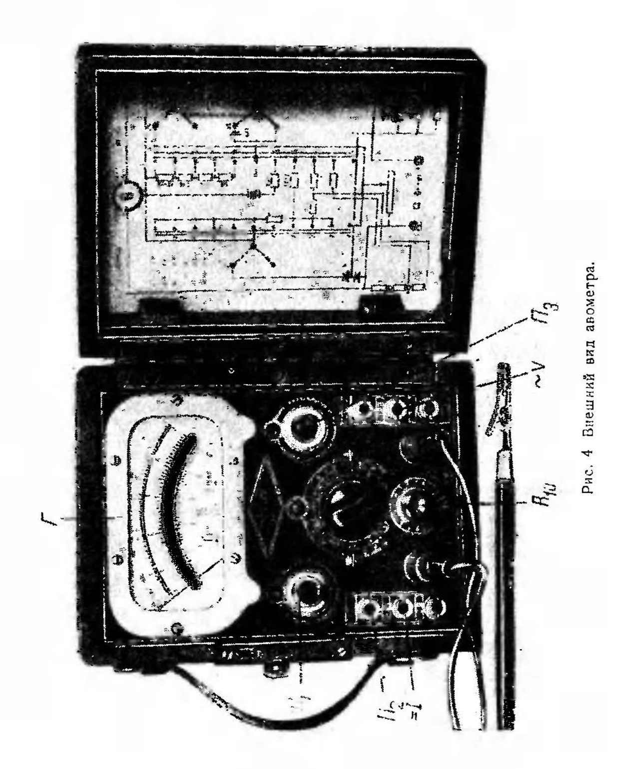


Рис. 4 Внешний вид авометра.

дохраняет от пробоя диод $Д_1$ в те полупериоды, когда ток через гальванометр не проходит.

При измерении постоянного тока переключатель $П_2$ устанавливают в положение *2, 3* или *4*. Подключение прибора к измеряемой цепи осуществляется через зажимы — *Общ* и $=I$.

Для использования прибора в качестве гальванометра переменного тока переключатель $П_2$ устанавливают в положение *1*, а переключатель $П_1$ — в верхнее (на схеме) положение. Чувствительность гальванометра может изменяться переменным сопротивлением R_{10}, выполняющим функции шунта. Подключение гальванометра к измеряемой цепи осуществляется через зажимы *Общ.* и $\Omega \simeq Г = V$. К этим же зажимам подключается измеряемое сопротивление, когда авометр работает в качестве омметра. Переключатель $П_3$ устанавливают при этом в верхнее (на схеме) положение, а $П_2$ — в положение, соответствующее выбранному пределу измерений. При измерении сопротивлений по шкале 1 000 универсальный шунт от гальванометра отключается.

Омметр питается от четырех небольших гальванических элементов, помещенных внутри прибора. На шкалах ×1, ×10 и ×100 включается один элемент. Установка нуля омметра осуществляется переменным сопротивлением R_{10}.

Внешний вид авометра приведен на рис. 4. Прибор собран на гетинаксовой панели размером 137×93 *мм*. В качестве переключателей $П_1$ и $П_3$ использованы малогабаритные выключатели (тумблеры).

Для предохранения прибора от механических повреждений и удобства переноски он помещен в деревянный ящик размерами 150×110×75 *мм*. На крышке ящика предусмотрены зажимы для закрепления проводов и щупов при переноске.

Общий вес авометра 1,2 *кг*.

БАТАРЕЙНЫЙ ЛАМПОВЫЙ ВОЛЬТОММЕТР[1]

Прибор предназначен для измерения напряжений постоянного тока и сопротивлений в местах, где отсутствует электросеть. Он позволяет измерять:

напряжения постоянного тока 0,05 — 300 *в* на шкалах 3, 10, 30, 100 и 300 *в* (входное сопротивление вольтметра на всех диапазонах 11 *Мом*); измерение напряжений посто-

[1] Конструктор С. Л. Матлин, г. Москва.

янного тока до 1 000 *в* осуществляется на шкале 100 *в* с использованием внешнего добавочного сопротивления 99 *Мом*;

сопротивления 0,2 *ом* — 10 *Мом*; омметр имеет пять шкал: основную 0—1 000 *ом* (отметка «10 *ом*» в середине шкалы) и четыре кратные ×10, ×100, ×1 000 и ×10 000; максимальный ток в цепи измеряемого сопротивления (при измерении сопротивлений до 1 *ом*) не превышает 300 *ма*.

Вольтметр выполнен по мостовой компенсационной схеме (рис. 5), отличающейся от других схем линейно-

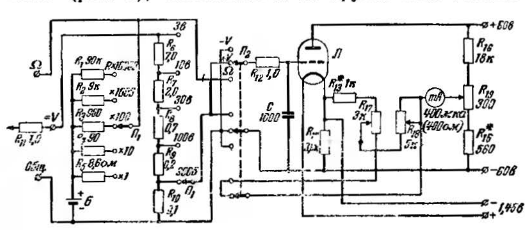


Рис. 5. Схема батарейного лампового вольтомметра.

стью шкалы и сравнительно слабой зависимостью показаний от напряжения источников питания. Два плеча мостовой схемы образованы сопротивлениями R_{16}, R_{19} и R_{15} (к этим сопротивлениям подводится напряжение анодного питания). Третье плечо образовано сопротивлением R_{14}, а четвертое — сопротивлением промежутка анод — катод лампы *Л*.

Напряжение с диагонали моста снимается на магнитоэлектрический измерительный прибор *mA*, последовательно с которым включены установочные сопротивления R_{13}, R_{17} и R_{18}.

Род измерений определяется положением переключателя $П_2$. Нижнему по схеме положению соответствует измерение сопротивлений. При измерении постоянных напряжений этот переключатель устанавливается в среднее или верхнее положение в зависимости от полярности измеряемого напряжения.

Конденсатор *С* предохраняет сеточную цепь лампы *Л* от возможных переменных составляющих напряжения (он

должен иметь хорошую изоляцию, поэтому лучше всего применить слюдяной конденсатор).

Выбор нужного предела измерений при работе прибора в качестве вольтметра или омметра производится сдвоенным переключателем $П_1$.

Сопротивление R_{11} делителя помещается в щупе пробника, как можно ближе к его концу. Оно предохраняет измеряемые высокочастотные цепи от влияния емкости проводов щупа.

Установка нуля производится потенциометром R_{19}.

Измеряемое напряжение подводится к зажимам =*V* и *Общ.* положительным полюсом на управляющую сетку лампы. При этом анодный ток лампы, а следовательно, и падение напряжения на сопротивлении R_{14} увеличиваются. Это приводит к разбалансировке моста, вследствие чего стрелка миллиамперметра отклоняется пропорционально измеряемому напряжению.

Для удобства работы с прибором изменение полярности напряжения, подаваемого на управляющую сетку лампы, может осуществляться переключателем $П_2$.

Переменное сопротивление R_{17} служит для изменения чувствительности лампового вольтметра в процессе его налаживания (ручка его выведена под шлиц).

При работе прибора в качестве омметра переключатель $П_2$ устанавливают в положение Ω. При этом измеряется падение напряжения на неизвестном сопротивлении, которое в зависимости от предела измерений соединяется последовательно с одним из сопротивлений R_1—R_5.

Установка стрелки миллиамперметра на нуль шкалы омов осуществляется потенциометром R_{19} при закороченных зажимах Ω и *Общ.* При разомкнутых зажимах, что соответствует бесконечно большому значению измеряемого сопротивления, установка стрелки миллиамперметра на отметку ∞ производится переменным сопротивлением R_{18}.

Питание цепи, в которую включено измеряемое сопротивление, производится от батареи *Б* напряжением 3 *в*.

Общий вид прибора приведен на рис. 6. Прибор смонтирован на дюралюминиевой панели размерами 270× ×140 *мм* и помещен в ящик со съемной крышкой (наружные размеры ящика 275×145×103 *мм*). На передней панели прибора расположены миллиамперметр *mA*, переключатели $П_1$ и $П_2$ и ручки переменных сопротивлений R_{18} и R_{19}, а внутри ящика — панель с лампой *Л*, переменное сопротивление R_{17}, конденсатор *С* и сопротивления R_{12}

и R_{13}. Панельку для лампы и переключатели $П_1$ и $П_2$ лучше применить керамические, так как они меньше подвержены действию влаги.

В качестве лампы $Л$ в приборе можно использовать пентод 2П1П в триодном включении.

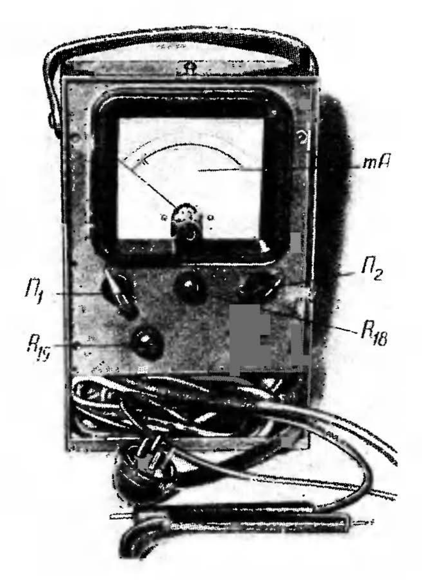


Рис. 6. Внешний вид вольтомметра.

В делителе и схеме омметра применены малогабаритные непроволочные сопротивления. Номинальные значения этих сопротивлений (R_1 — R_{11}) не должны отличаться от указанных на схеме величин больше чем на ± 1%. Они крепятся непосредственно на переключателе $П_1$, который имеет для этого специальную плату.

Шланг питания и щупы при переноске прибора размещаются в отсеке, образованном стенками ящика и нижней частью шасси. Источники питания в данной конструкции размещаются в отдельном ящике.

ЛАМПОВЫЙ ВОЛЬТМЕТР[1]

Вольтметр предназначен для измерения напряжений постоянного и переменного тока. В первом случае используется только лампа $Л_1$ (двойной триод 6Н8С), во втором — дополнительно включается лампа $Л_2$ (диод 6Д4Ж).

Весь диапазон измеряемых напряжений разбит на пять шкал: 0—0,3, 0—3, 0—15, 0—150 и 0—300 *в*. Погрешность измерения при изменении напряжения сети на ±10%

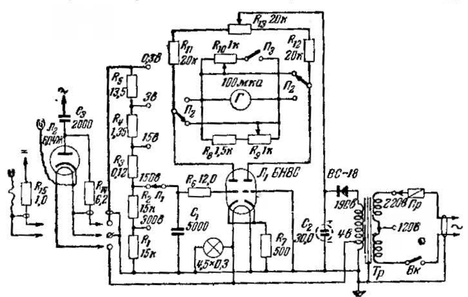


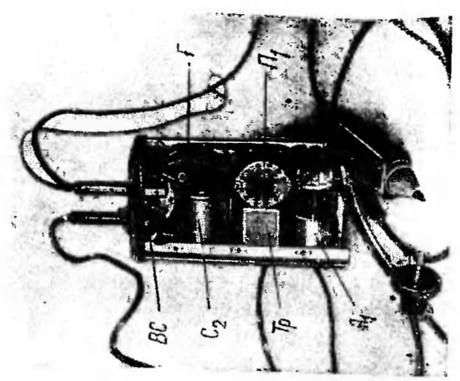
Рис. 7. Схема лампового вольтметра.

не превышает ±3% от номинального значения шкалы. Входное сопротивление вольтметра на постоянном токе на всех шкалах составляет 16 *Мом*, входная емкость при измерении напряжения переменного тока равна 5 *пф*, частотный диапазон измерений 40 *гц* — 20 *Мгц*. Шкала вольтметра переменного тока проградуирована в эффективных вольтах.

Вольтметр собран по схеме балансного усилителя постоянного тока (рис. 7), отличающейся высокой устойчивостью в работе.

Выбор нужного предела измерений производится переключателем $П_1$. Установка нуля вольтметра перед началом работы осуществляется сопротивлением R_{13}. Измене-

[1] Конструктор Б. А. Ефимов, г. Пенза.



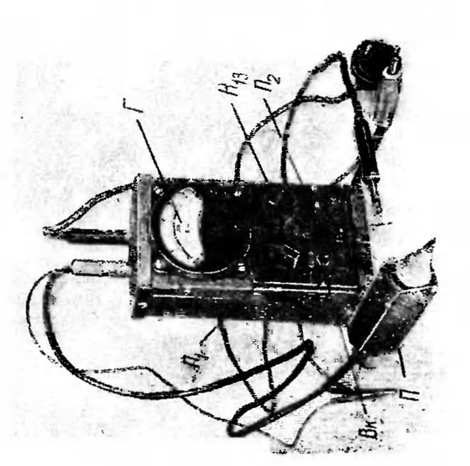


Рис. 8. Внешний вид и монтаж лампового вольтметра

ние полярности включения гальванометра производится переключателем $П_2$.

С помощью переключателя $П_3$ диапазон измеряемых напряжений может быть расширен вдвое шунтированием гальванометра сопротивлением R_{10}. Для измерения постоянных и переменных напряжений предусмотрены отдельные щуп и пробник.

Питание вольтметра осуществляется от сети переменного тока напряжением 120 или 220 *в*.

Общий вид и монтаж вольтметра показаны на рис. 8. Прибор заключен в прямоугольный ящик из дюралюминия размерами 185×90×75 *мм*. Измерительный прибор типа М-494 на 100 *мка* имеет 75 делений. Он укреплен в верхней части панели. Ниже, с левой стороны, установлен одноплатный переключатель пределов измерений, а справа расположен потенциометр установки нуля. В центре панели помещен индикатор включения (лампочка на 4,5 *в*).

Корпус пробника изготовлен из эбонита и закрывается алюминиевыми крышками. В пробнике смонтированы диод $Л_2$, разделительный конденсатор C_3 и сопротивление R_{14}. Пробник *П* соединяется с прибором, экранированным кабелем.

Для измерения постоянного тока имеется щуп с сопротивлением R_{15}, которое служит для уменьшения влияния емкости экранированного кабеля на измеряемую цепь.

Входной делитель напряжения состоит из сопротивлений типа ВС, смонтированных на фарфоровых платах переключателя пределов измерений.

Однополупериодный выпрямитель состоит из селенового столбика (18 шайб диаметром 18 *мм*) и конденсатора C_2. Напряжение накала для увеличения срока службы лампы снижено до 4 *в*. Прогревание прибора занимает около 10 *мин*. Если после подключения прибора к измеряемой цепи стрелка дает отключение влево от нуля, то переключателем $П_2$ изменяют полярность включения гальванометра.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЛАМПОВЫЙ ВОЛЬТОММЕТР[1]

Прибор содержит:

вольтметр с большим входным сопротивлением (около 11 *Мом*) для измерения напряжения постоянного тока

[1] Конструктор И. Д. Кулешов, г. Куйбышев.

0—1 000 *в* на шкалах 0—3, 0—10, 0—30, 0—100, 0—300 и 0—1 000 *в*;

вольтметр с большим входным сопротивлением (около 5 *Мом* на низких частотах) и малой входной емкостью (5—6 *пф*) для измерения переменных напряжений высокой и низкой частот (20 *гц* — 80 *Мгц*) с такими же пределами, как и для измерения напряжений постоянного тока;

омметр для измерения сопротивлений с основной шкалой 0—1 000 *ом* (в середине шкалы имеется отметка

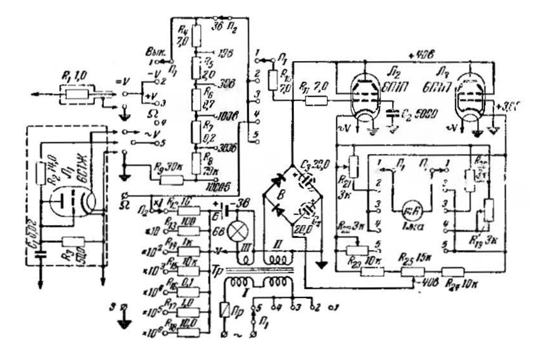


Рис. 9. Схема универсального лампового вольтомметра.

10 *ом*) и кратными шкалами на 10, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5 и 10^6 (максимальный ток через измеряемое сопротивление не превышает 300 *ма*).

Принципиальная схема прибора приведена на рис. 9. Основными частями прибора являются вольтметр постоянного тока, выносной высокочастотный пробник и делительные цепи.

Вольтметр постоянного тока собран по мостовой схеме. Стороны моста образованы лампами $Л_2$ и $Л_3$ типа 6П1П, включенными триодами, и сопротивлениями R_{23} и R_{24} в катодных цепях этих ламп, соединенными между собой через потенциометр R_{25}, при помощи которого производится установка стрелки миллиамперметра *mA* на нуль. Лампы 6П1П имеют малый анодный ток и в данном режиме обеспечивают хорошую линейность шкалы вольтметра.

Миллиамперметр *mA* (чувствительностью 1 *ма*) включен в диагональ моста через переключатель рода работы $П_1$. Первое положение переключателя используется для выключения прибора, второе и третье — для измерения напряжения постоянного тока, четвертое — для измерения сопротивлений и пятое — для измерения напряжений переменного тока при помощи пробника.

Последовательно с миллиамперметром *mA* в зависимости от рода измерений подключается одно из переменных калибровочных сопротивлений R_{20}—R_{22}, устанавливаемых внутри кожуха прибора на шасси (их ручки выведены под шлиц).

Измеряемое напряжение постоянного тока через сопротивление R_1, которое располагается в щупе, подается на делитель напряжения, состоящий из сопротивлений R_4 — R_9. С делителя через переключатель пределов измерений $П_2$, переключатель рода измерений $П_1$ и сопротивления R_{10}, R_{11} измеряемое напряжение подается на управляющую сетку лампы $Л_2$. Изменение смещения вызывает изменение внутреннего сопротивления лампы. Это приводит к разбалансировке моста и появлению тока через миллиамперметр, величина которого пропорциональна напряжению, поданному на сетку лампы. Полное отклонение стрелки прибора происходит при подаче на управляющую сетку лампы напряжения, равного ±3 *в*.

Сопротивления R_{10} и R_{11} уменьшают изменение общего сопротивления в цепи сетки лампы $Л_2$ при переключении шкал измерений, вследствие чего практически не приходится корректировать нуль прибора при различных положениях переключателя $П_2$. Это же сопротивление совместно с конденсатором C_2 выполняет функции сглаживающего фильтра при измерении напряжений переменного тока.

Измерение напряжений переменного тока производится с помощью диодного выпрямителя, который смонтирован в выносном пробнике (пробник соединяется с прибором кабелем). В качестве диода $Л_1$ использована лампа типа 6С1Ж.

Работа прибора в качестве омметра основана на измерении падения напряжения на одном из эталонных сопротивлений R_{12}—R_{18}, последовательно с которым соединено измеряемое сопротивление. Питание цепи омметра производится от батареи *Б* напряжением 3 *в*. Отсчет величины измеряемых сопротивлений производится по шкале в омах.

При измерении сопротивлений надо сначала установить

переключатель $П_1$ в положение 4 и, закоротив щупы, предназначенные для измерения сопротивлений, сбалансировать мост потенциометром R_{25} (нуль вольтметра). Затем щупы размыкают и сопротивлением R_{19} стрелку прибора устанавливают на отметку — ∞. После этого, подключив измеряемое сопротивление к щупам, производят отсчет по шкале. Для определения величины измеряемого сопротивления нужно полученные показания по шкале умножить на множитель, зависящий от положения переключателя $П_2$.

Чтобы реализовать верхний предел измерений сопротивлений (до 100 и 1 000 *Мом*) необходимо принять особые меры по изоляции гнезда Ω, переключателя $П_2$, соединительных проводов и других деталей цепи омметра от корпуса, так как иначе будут иметь место большие погрешности.

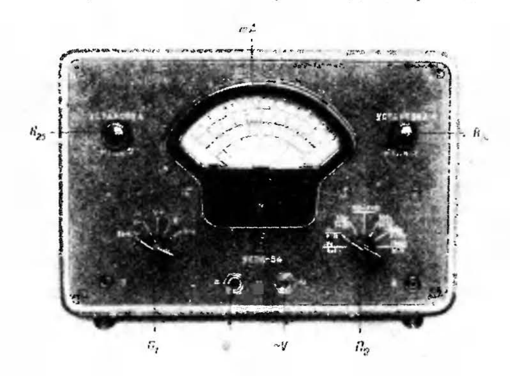


Рис. 10. Внешний вид универсального лампового вольтомметра.

Внешний вид прибора со стороны передней панели приведен на рис. 10, а расположение деталей на шасси видно из рис. 11. Прибор смонтирован на шасси (180×105 *мм*) и передней панели (240×150 *мм*), изготовленных из дюралюминия толщиной 1,8 *мм*.

Миллиамперметр *mA* имеет шкалу омов (0—1 000 *ом*), две шкалы для измерения напряжений (на 10 и 30 делений) и шкалу с нулем посредине (± 5 делений). Последней шкалой можно пользоваться при разбалансе моста для измерений постоянных напряжений различной полярности без каких-либо переключений в схеме.

Переключатель $П_2$ содержит две керамические платы на семь, а $П_1$ — две платы на пять положений.

Все постоянные сопротивления, применяемые в приборе, типа ВС. Сопротивления в цепи делителя напряжений подобраны с точностью ± 1%.

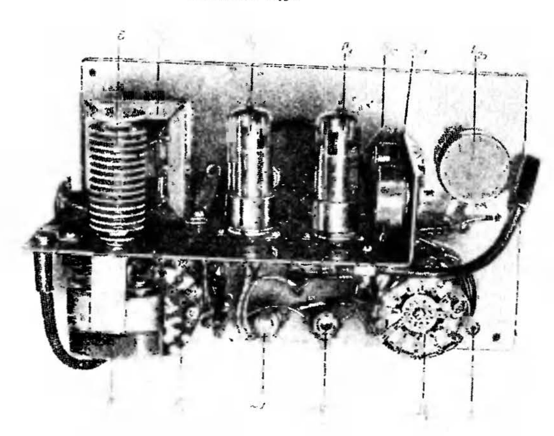


Рис. 11. Монтаж универсального лампового вольтомметра.

Корпус пробника (65 × 35 × 35 *мм*) изготовлен из дюралюминия. В нем смонтированы лампа $Л_1$, сопротивления R_2, R_3 и конденсатор C_1. На переднем конце укреплены керамический изолятор с металлической иглой и зажим для заземления.

В качестве выпрямительных элементов *В* используется селеновый столбик из 14 шайб диаметром 25 *мм*.

Силовой трансформатор *Тр* собран на сердечнике из пластин Ш-19 при толщине пакета 19 *мм*. Обмотка *I* со-

держит $2 \times 1\,300$ витков провода ПЭЛ 0,17, обмотка *II* — 600 витков ПЭЛ 0,13 и обмотка *III* — 72 витка ПЭЛ 0,8.

Прибор питается через феррорезонансный стабилизатор.

Ящик прибора изготовлен из березовой фанеры, отполирован и покрашен эмалью «стального» цвета. Внутри ящика размещаются два элемента типа 1-КС-У-3, которые подключаются к схеме омметра при помощи миниатюрной фишки. Все органы управления прибором снабжены соответствующими надписями.

МЕГОММЕТР[1]

Прибор предназначен в основном для измерения сопротивления изоляции конденсаторов, но может быть использован и для измерения высокоомных сопротивлений, изоляции обмоток трансформаторов, кабеля и т. п. Он позволяет измерять сопротивления 1,5 — 50 000 *Мом*. Погрешность измерения в средней части шкалы не превышает 10%.

Питание мегомметра производится от сети переменного тока через два выпрямителя, в которых применен силовой трансформатор с феррорезонансной стабилизацией, обеспечивающей нормальную работу прибора при изменении напряжения сети в широких пределах.

Принципиальная схема прибора приведена на рис. 12. Основными частями прибора являются делитель, состоящий из эталонных сопротивлений, ламповый вольтметр и выпрямители. Выпрямители работают на лампах $Л_1$ и $Л_2$ типа 6Ц5С и питаются от отдельных обмоток, расположенных на общем сердечнике силового трансформатора $Тр_1$. Каждый из выпрямителей имеет фильтр, на выходе которого включены стабилитроны $Л_3$ и $Л_4$ типа СГ3С.

Напряжение, снимаемое со стабилитрона $Л_4$, служит для питания лампового вольтметра, а со стабилитрона $Л_3$ — для питания измерительной цепи. Применение стабилитронов вызвано не только тем, что ламповый вольтметр нужно питать весьма стабильным напряжением, но также и тем, что источник напряжения, питающий измерительные цепи, должен обладать малым внутренним сопротивлением.

Работа прибора основана на измерении падения напряжения на одном из эталонных сопротивлений $R_3 — R_6$,

[1] Конструкторы В. Т. Голев и Л. В. Малых, г. Павлов-Посад.

зависящего от величины измеряемого сопротивления R_x, которое соединяется последовательно с сопротивлениями $R_3 — R_6$ переключателем *П*.

Ламповый вольтметр собран по мостовой схеме. Плечи моста образованы сопротивлениями $R_7 — R_{10}$ и внутренним сопротивлением лампы $Л_5$ (6Ж7 в триодном включении). Гальванометр *Г* чувствительностью 250 *мка* включен в диагональ моста. Установка нуля осуществляется пере-

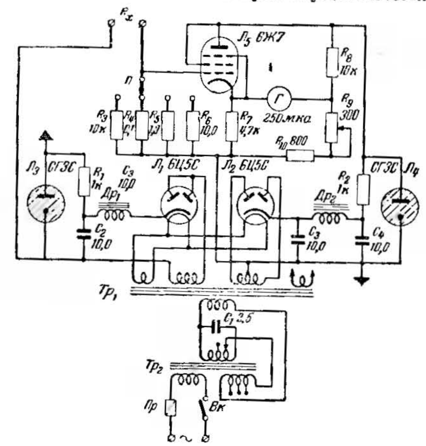


Рис. 12. Схема мегомметра.

менным сопротивлением R_9. При $R_x = \infty$ падение напряжения на эталонном сопротивлении R_3 равно нулю. В этом положении сопротивлением R_9 стрелка гальванометра устанавливается на нуль шкалы. При $R_x = 0$ падение напряжения на сопротивлении R_3 равно напряжению на стабилитроне $Л_3$. Вследствие этого баланс моста нарушается и стрелка гальванометра отклоняется на всю шкалу.

Для контроля исправности прибора в процессе измерения в данной конструкции отметка ∞ сделана не в левой части шкалы, а в правой. Соответственно отметка 0 сдела-

на в левой части шкалы. Установка стрелки гальванометра по шкале на отметку ∞ производится сопротивлением R_9 при отсутствии измеряемого сопротивления ($R_x = \infty$). Тогда при закороченных зажимах ($R_x = 0$) стрелка установится в положение, близкое к отметке 0 *ом*.

Шкала прибора отградуирована на 500 *Мом*. Поэтому при измерении на первом пределе следует показание гальванометра по шкале умножить на 0,1, на втором — на 1

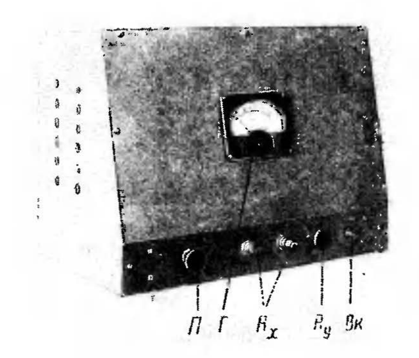


Рис. 13. Внешний вид мегомметра.

и т. д. Эти пометки сделаны на передней панели прибора около ручки переключателя *П*.

Общий вид прибора со стороны передней панели приведен на рис. 13, а расположение основных деталей на шасси показано на рис. 14. Прибор смонтирован на угловой панели, заключенной в алюминиевый кожух. Для удобства отсчета по шкале гальванометра вертикальная панель несколько наклонена.

Перед началом работы прибор включается в электросеть и в течение 10 *мин* ему дают прогреться. Затем при помощи ручки переменного сопротивления R_9 стрелку гальванометра устанавливают на отметку ∞. Установив после этого ручки переключателя *П* на соответствующий

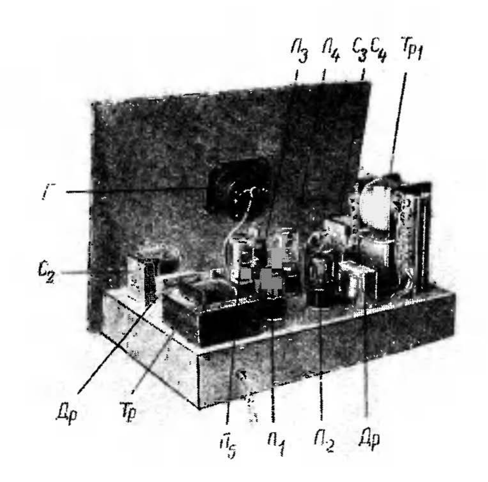


Рис. 14. Расположение деталей на шасси мегомметра.

предел измерений, подключают к зажимам измеряемое сопротивление и производят отсчет по шкале (для получения значения измеряемого сопротивления показания по шкале следует умножить на соответствующий множитель). При отсчете следует устанавливать переключатель *П* на такой предел измерений, при котором стрелка располагается в середине шкалы.

Градуировка мегомметра производится обычным способом (по эталонам).

ПРОСТОЙ СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР [1]

При ремонте приемных устройств большую помощь может оказать простой сигнал-генератор. Учитывая, что до настоящего времени промышленностью не выпускаются

[1] Конструктор Л. А. Васильев, г. Тюмень.

простые сигнал-генераторы, автор поставил перед собой задачу восполнить этот пробел.

Разработанный автором сигнал-генератор не претендует на высокую стабильность частоты и точность отсчета. Однако, как показала практика, с его помощью можно достаточно хорошо настроить приемник. Он имеет небольшие размеры и малый вес.

Генератор может питаться от сети переменного тока напряжением 110—350 *в*, сухих батарей и других источников тока, напряжение которых превышает 60—70 *в*. В ка-

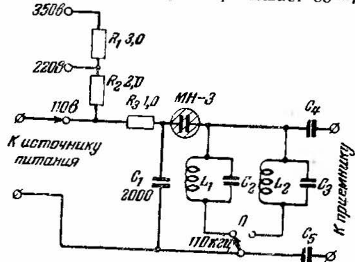


Рис. 15. Схема простого сигнал-генератора.

честве источников питания можно использовать и анодное напряжение приемника (если оно больше указанной величины).

Автором сигнал-генератор выполнялся в двух вариантах: на две и пять фиксированных частот. Ниже приводится описание сигнал-генератора на две фиксированные частоты (110 и 465 *кгц*).

Принципиальная схема сигнал-генератора приведена на рис. 15. Прибор представляет собой релаксационный генератор с двумя колебательными контурами. Включение того или иного контура производится переключателем *П*.

В момент зажигания неоновой лампы МН-3 колебательный контур получает энергию за счет разрядного тока конденсатора C_1.

Когда же лампа погаснет, в контуре возникает серия свободных затухающих колебаний с частотой, определяемой параметрами контура. Число серий колебаний опреде-

ляется частотой релаксационного генератора, т. е. колебания в контуре модулированы.

Форма колебаний в контуре значительно отличается от синусоидальной и богата гармониками. Это позволяет использовать прибор для настройки приемника не только по основной частоте колебаний, но и по гармоникам.

Колебательные контуры могут быть взяты готовые. Сопротивления R_1, R_2 и R_3 и конденсатор C_1 следует подбирать опытным путем.

Работа с простым сигнал-генератором подтвердила, что он является полезным прибором, особенно для начинающего радиолюбителя сельской местности.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР [1]

При налаживании радиотехнической аппаратуры в первую очередь необходимы звуковой и высокочастотный генераторы и ламповый вольтметр. Данный прибор содержит все эти устройства. Он состоит из генератора звуковой и ультразвуковой частот, генератора высокой частоты и лампового вольтметра. Принципиальная схема приведена на рис. 16.

Генератор звуковой и ультразвуковой частот перекрывает диапазон частот 13 *гц* — 275 *кгц*, который разбит на поддиапазоны: 13—65, 65—350, 350—1 750, 1 750—8 700 *гц*, 8,7 — 45, 43 — 200 и 100 — 275 *кгц*. Коэффициент гармоник не превышает 3 — 5%. Выходное напряжение может регулироваться плавно в пределах 0 — 4 *в* (низкоомный выход) и 0—40 *в* (высокоомный выход). Уход частоты после пятиминутного прогрева не превышает 0,5%.

Генератор (типа *RC*) работает на лампах $Л_1$ и $Л_2$. Необходимая для возникновения колебаний положительная обратная связь подается с анода лампы $Л_2$ на управляющую сетку лампы $Л_1$ через цепь, состоящую из конденсаторов C_{11} и C_1—C_7 и сопротивлений R_4 и R_2. Напряжение положительной обратной связи снимается с сопротивлений R_1 и R_3, параллельно которым подключается один из конденсаторов $C'_1 - C'_7$.

Для получения синусоидальной формы сигнала с выхода лампы $Л_2$ на катод лампы $Л_1$ подается напряжение отрицательной обратной связи, величина которого регулируется переменным сопротивлением R_6. Наименьшие нели-

[1] Конструктор Г. Н. Джунковский, г. Ленинград.

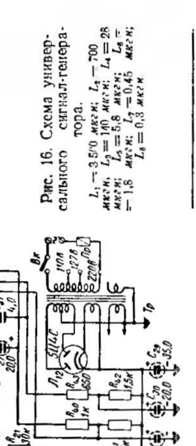
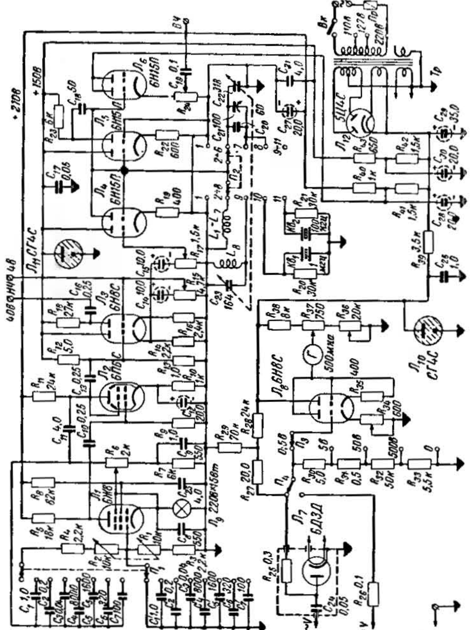


Рис. 16. Схема универсального сигнал-генератора.

$L_1 = 3\,500$ *мкгн*; $L_2 = 700$ *мкгн*; $L_3 = 140$ *мкгн*; $L_4 = 28$ *мкгн*; $L_5 = 5{,}8$ *мкгн*; $L_6 = 1{,}8$ *мкгн*; $L_7 = 0{,}45$ *мкгн*; $L_8 = 0{,}3$ *мкгн*



нейные искажения имеют место при работе генератора вблизи порога генерации.

Обычно в *RC*-генераторах для плавного изменения частоты пользуются сдвоенным или строенным блоком конденсаторов переменной емкости. В разработанном автором приборе для плавного изменения частоты в пределах каждого поддиапазона используются сдвоенные переменные сопротивления R_1 и R_2. Сопротивления R_3 и R_4, включенные последовательно с ними, служат для подгонки необходимого коэффициента перекрытия. Скачкообразное изменение частоты производится переключателем $П_1$.

Для выравнивания отрицательной обратной связи в области самых высоких частот диапазона в цепь отрицательной обратной связи введены корректирующие конденсаторы C_8 и C_9. Как известно, амплитуда выходного напряжения *RC*-генераторов сильно меняется при изменении частоты. Для предотвращения этого в цепь отрицательной обратной связи (в катод лампы $Л_1$) включено нелинейное сопротивление — лампа накаливания $Л_9$. При увеличении протекающего через нее тока за счет повышения напряжения на аноде лампы $Л_2$ сопротивление лампы $Л_9$ будет расти, а следовательно, будет расти и величина отрицательной обратной связи, снижающей коэффициент усиления первого каскада генератора. Таким образом, напряжение на выходе прибора стабилизируется. Наличие в цепи отрицательной обратной связи нелинейного сопротивления также значительно уменьшает и нелинейные искажения.

С выхода *RC*-генератора напряжение звуковой частоты подается на усилитель, который работает на лампе $Л_3$. В предварительном каскаде усилителя используется левый (по схеме) триод лампы $Л_3$, включенный по схеме катодного повторителя, а в выходном каскаде — правый триод.

С катода левого триода лампы $Л_3$ напряжение звуковой частоты подается на потенциометр R_{15}, являющийся регулятором выходного напряжения до 4 *в*. Напряжение выше 4 *в* снимается с анода правого триода лампы $Л_3$. Величина его также регулируется потенциометром R_{15}.

В связи с тем, что автор поставил перед собой задачу получить от генератора неискаженное напряжение в широком диапазоне частот, он отказался от применения выходного трансформатора.

Генератор высокой частоты позволяет получить колебания 150 *кгц* — 57 *Мгц*. Этот диапазон частот разбит на

поддиапазоны 150—330, 330—750, 750—1 800 *кгц*; 1,8—4,5; 4,5 — 12; 11,5 — 20; 19 — 32 и 40 — 57 *Мгц*.

Выходное напряжение генератора почти синусоидально на всех поддиапазонах и может плавно регулироваться от 0 до 1,5 *в*. Предусмотрена возможность модуляции колебаний высокочастотного генератора колебаниями любой частоты от генератора звуковой частоты. Глубина модуляции может изменяться от 0 до 100%.

Генератор работает на лампе $Л_5$ по схеме двухкаскадного усилителя с положительной обратной связью. Левый (по схеме) триод этой лампы работает как катодный повторитель с контуром в цепи управляющей сетки, а правый — как усилитель с заземленной сеткой. Колебания высокой частоты с анода правого триода через конденсатор связи C_{18} подаются на управляющую сетку левого триода. Так как катодный повторитель и усилитель с заземленной сеткой не меняют фазы колебаний, а общий коэффициент усиления обоих каскадов больше единицы, в схеме выполняются условия самовозбуждения.

Частота колебаний генератора определяется в основном параметрами колебательных контуров. Схема устойчиво генерирует на всем диапазоне частот, вплоть до метровых волн.

К недостаткам задающего генератора следует отнести большое содержание гармоник, возникающих за счет нелинейных участков характеристик ламп. При анодном напряжении 150 *в* генератор позволяет получить напряжение порядка 8 *в*. Такая сравнительно большая амплитуда колебаний неизбежно вызывает искажения формы кривой колебаний, а следовательно, появление довольно интенсивных гармоник. С целью подавления гармоник и поддержания постоянства амплитуды высокочастотных колебаний параллельно контуру подключен диод, в качестве которого используется правый триод лампы $Л_4$.

На анод диода подается напряжение задержки (порядка 2 *в*), создаваемое на сопротивлении R_{19} за счет анодного тока левого триода лампы $Л_4$. Когда напряжение на контуре превышает напряжение задержки, диод сильно шунтирует контур и тем самым уменьшает амплитуду колебания до определенного уровня.

Очевидно, что если изменять величину напряжения задержки на сопротивлении R_{19}, то будет изменяться и амплитудное значение напряжения на контуре, т. е. будет

осуществлена амплитудная модуляция высокочастотных колебаний.

В качестве модулятора используется левый триод лампы $Л_4$. При подаче на управляющую сетку этой лампы низкочастотного напряжения с выхода генератора звуковой частоты на сопротивлении R_{19} выделяется модуляционное напряжение. Коэффициент глубины модуляции регулируется потенциометром R_{17}. Вследствие того, что в схеме модуляции используется катодный повторитель, имеющий широкую полосу пропускания, модуляция может осуществляться в весьма широком диапазоне частот без заметных частотных искажений.

Плавное изменение частоты генератора осуществляется сдвоенным блоком переменных конденсаторов C_{22} и C_{23}, причем конденсатор C_{23} используется только на поддиапазоне 40 — 57 *Мгц*. Катушка этого поддиапазона L_8 смонтирована непосредственно на конденсаторе C_{23}.

Смена поддиапазонов осуществляется переключателем $П_2$. В двух последних положениях этого переключателя (*10* и *11*) к сетке лампы $Л_5$ подключаются кварцы $Кв_1$ и $Кв_2$ на частоты 1 *Мгц* и 100 *кгц*, и сигнал-генератор работает в режиме кварцевого калибратора. В этом случае можно получить ряд стабильных частот, при помощи которых может быть произведена градуировка приемников и передатчиков.

Для уменьшения влияния нагрузки на частоту сигнал-генератора на его выходе включен катодный повторитель с лампой $Л_6$. Величина выходного напряжения сигнал-генератора регулируется потенциометром R_{24}. В случае необходимости к выходному гнезду *ВЧ* может быть присоединен делитель, позволяющий получить калиброванные напряжения.

Ламповый вольтметр позволяет измерять напряжения постоянного и переменного тока в диапазоне частот 10 *гц*—100 *Мгц*. В первом случае используется только лампа $Л_8$, а во втором — и лампа $Л_7$ (вместо лампы 6Д3Д можно применить двойной диод 6Х2П, используя только половину лампы).

Прибор имеет четыре предела измерений (0,5; 5; 50 и 500 *в*). Выбор нужного предела производится переключателем $П_3$ на пять положений, одно из которых служит для установки прибора на нуль. Переход с измерения постоянных напряжений на измерение переменных напряжений осуществляется переключателем $П_4$. Входное сопро-

тивление лампового вольтметра на всех шкалах примерно равно 5,6 *Мом*.

Вольтметр собран по мостовой схеме, в которой два плеча моста образованы триодами лампы $Л_8$, включенными последовательно. Такая схема обладает достаточной линейностью шкалы и точностью измерений при изменении напряжения электросети на ±15%. Влияние колебаний на-

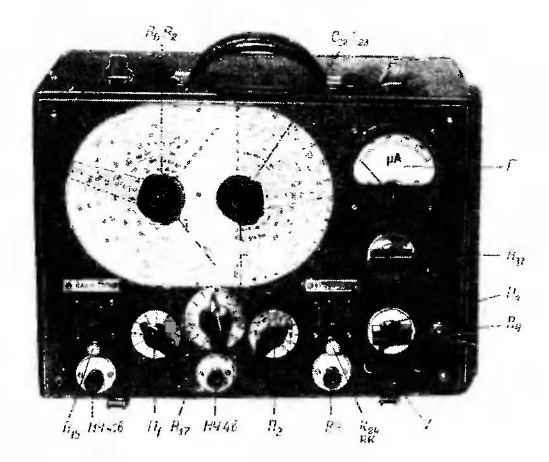


Рис. 17. Внешний вид универсального сигнал-генератора.

пряжения электросети снижено также путем использования в схеме стабилитрона $Л_{10}$.

В диагональ моста включен магнитоэлектрический прибор *Г* чувствительностью 500 *мка*. Предварительная балансировка моста производится сопротивлением R_{36} (ручка выведена под шлиц), а точная — сопротивлением R_{37}. Величиной сопротивления R_{34} определяется чувствительность вольтметра.

Сопротивления R_{27}, R_{28} и R_{29} служат для подачи на сеточный делитель R_{30}—R_{33} положительного напряжения, компенсирующего начальный ток диода.

Лампа $Л_7$, конденсатор C_{24} и сопротивление R_{25} образуют диодную схему с автоматическим смещением, которая применяется при измерении переменных напряжений. Детали этой части схемы конструктивно располагаются в отдельном пробнике, что позволяет значительно сократить длину проводов, соединяющих измеряемую цепь со входом, и, следовательно, уменьшить входную емкость и индуктивность вольтметра.

Ламповый вольтметр может быть использован как для измерения напряжения во внешних цепях, так и для измерения выходных напряжений генераторов, входящих в комплект прибора.

В выпрямителе работает кенотрон $Л_{12}$. Для уменьшения влияния колебаний напряжения электросети на работу генераторной части прибора применен отдельный стабилитрон $Л_{11}$. Мощность, потребляемая прибором от электросети, не превосходит 70 *вт*.

Внешний вид прибора показан на рис. 17. Прибор смонтирован на металлических шасси и передней панели. Шкалы настройки обоих генераторов изготовлены фотоспособом. Перед каждой шкалой помещен указатель из органического стекла с визиром. Указатели крепятся к ручкам настройки.

В целях уменьшения пролезания высокой частоты внутренняя поверхность деревянного ящика, в который заключается прибор, обшита листовой латунью с пропаянными швами.

Переключатели применены с фарфоровыми платами.

ГЕНЕРАТОР СТАНДАРТНЫХ СИГНАЛОВ[1]

Генератор стандартных сигналов имеет диапазон частот 90 *кгц* — 35 *Мгц*, разделенный на шесть поддиапазонов. Точность градуировки по шкале составляет ±5%. Частота внутренней модуляции равна 400 *гц* при глубине модуляции 0—100%. Предусмотрена также внешняя модуляция высокочастотного генератора в диапазоне частот 50—8 500 *гц*. При модуляции 100% напряжение от внешнего звукового генератора не должно быть менее 20 *в*. Прибор питается от сети переменного тока напряжением 110—220 *в*. Размеры прибора 360×240×160 *мм*, а его вес около 5 *кг*.

---

[1] Конструктор В. М. Ыйспу, г. Таллин.

Принципиальная схема прибора приведена на рис. 18. Он состоит из генератора высокой частоты, катодного повторителя, генератора модулирующей частоты с усилителем, устройств для регулировки и измерения выходного напряжения и глубины модуляции и источника питания.

Генератор высокой частоты работает на лампе $Л_1$ по двухкаскадной схеме. Такая схема позволяет получить достаточно высокую стабильность частоты и постоянное значение амплитуды высокочастотного напряжения в пределах поддиапазона. Кроме того, при такой схеме значительно упрощается коммутация катушек индуктивности $L_1 - L_6$, осуществляемая переключателем $П_1$. Плавное изменение частоты в пределах каждого поддиапазона производится конденсатором переменной емкости C_1.

С анода правого (по схеме) триода лампы $Л_1$ высокочастотное напряжение через конденсатор C_6 подается на вход катодного повторителя, работающего на лампе $Л_2$. Применение катодного повторителя исключает влияние нагрузки на частоту генератора и позволяет согласовать высокоомный выход генератора с низкоомным входом делителя напряжения. Нагрузкой катодного повторителя служит потенциометр R_6, при помощи которого осуществляется регулировка уровня высокочастотных колебаний.

Цепи питания накала ламп $Л_1$, $Л_2$ и $Л_3$ заблокированы П-образными высокочастотными фильтрами, чтобы не допустить пролезание высокой частоты через цепи питания накала ламп.

Внутренний модулятор состоит из звукового генератора, работающего на фиксированной частоте 400 *гц*, и усилителя.

Генератор звуковой частоты работает на правом триоде лампы $Л_4$ по схеме с емкостной обратной связью Колебательный контур образован дросселем L_{13} и конденсаторами C_{20} и C_{24}. Для улучшения формы кривой низкочастотного напряжения предусмотрена подача отрицательной обратной связи с сопротивления R_{10}.

Низкочастотное напряжение через конденсатор C_{21} и переключатель $П_2$ подается на усилитель (левый триод лампы $Л_4$). Потенциометр R_7 предназначен для регулировки глубины модуляции высокочастотного напряжения. Анодной нагрузкой усилителя является дроссель L_8, включенный в анодную цепь лампы $Л_1$ высокочастотного генерато-

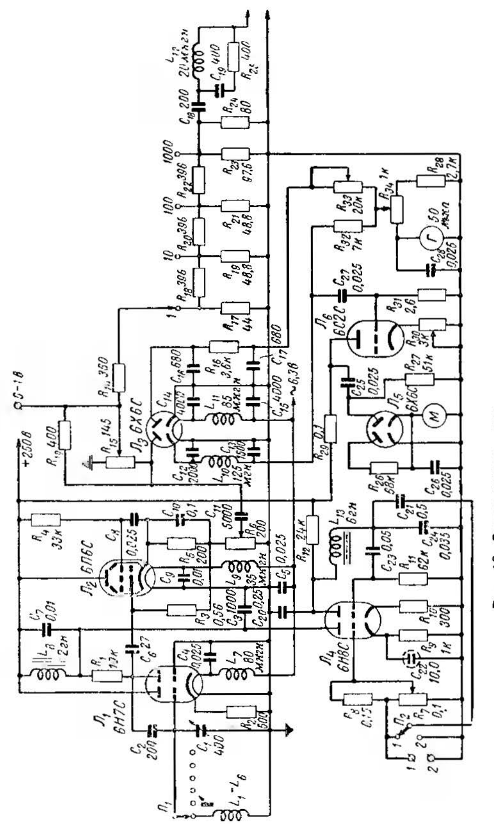


Рис. 18. Схема генератора стандартных сигналов.

ра. Поэтому при подаче на вход усилителя модулирующего напряжения имеет место процесс анодной модуляции.

При установке переключателя $П_2$ в положение *2* (внешняя модуляция) на вход усилителя (зажимы 1 и 2) поступает напряжение звуковой частоты от внешнего источника. При внутренней модуляции переключатель $П_2$ устанавливается в положение *1*. В этом случае с входных гнезд усилителя можно снимать напряжение с частотой 400 *гц*.

Устройство для регулировки величины выходного напряжения, помимо потенциометра R_6 (установка несущей), состоит из плавного делителя R_{15} (микровольты) и ступенчатого делителя, образованного сопротивлениями $R_{17} — R_{23}$.

Напряжение с выхода катодного повторителя через конденсатор C_{11} подается на делитель R_{15}, а с него — на выходное гнездо 0—1 *в* и одновременно через сопротивление R_{14} на ползунок ступенчатого делителя напряжения в 1, 10, 100 и 1 000 раз. На конце выходного кабеля в экране смонтирован эквивалент антенны, через который напряжение высокой частоты подается на вход приемного устройства.

Напряжение на концах плавного делителя R_{15} измеряется диодным вольтметром на лампе $Л_3$. Левый диод этой лампы используется для детектирования измеряемого напряжения, а правый — для компенсации начального тока через гальванометр *Г*. Переменная составляющая выпрямленного напряжения задерживается от проникновения на выход лампового вольтметра П-образным фильтром L_{10}, C_{12}, C_{13}.

Установка нуля вольтметра производится переменным сопротивлением R_{33}, включенным в цепь правого диода. Потенциометр R_{34} предназначен для установки чувствительности лампового вольтметра при его градуировке (ручка его выведена под шлиц на переднюю панель прибора).

Модулометр состоит из усилителя низкой частоты, работающего на лампе $Л_6$, и диодного измерителя амплитуды, в качестве которого использован обычный диодный вольтметр на лампе $Л_5$. Напряжение низкой частоты на вход усилителя подается с нагрузки левого диода лампы $Л_3$ (с сопротивления R_{32}). Шкала модулометра проградуирована непосредственно в процентах глубины модуляции. Градуировка справедлива только при напряжении на потенциометре R_{15} 1 *в*.

Питание генератора стандартных сигналов осуществляется от обычного двухполупериодного выпрямителя с кенотроном 6Ц5С (схема выпрямителя не приводится).

Внешний вид прибора показан на рис. 19, расположение основных узлов и деталей — на рис. 20.

Прибор смонтирован на дюралюминиевой вертикальной панели и заключен в дюралюминиевый кожух. Делители напряжения R_{15} и $R_{17} — R_{23}$ выполнены в виде отдельного блока и тщательно экранированы. Отдельным

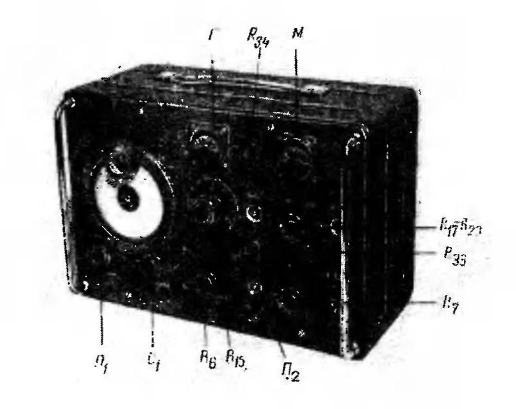


Рис. 19. Внешний вид генератора стандартных сигналов.

блоком выполнена и высокочастотная часть прибора, состоящая из генератора высокой частоты и катодного повторителя. Все детали этих узлов совместно с верньерным устройством смонтированы на угловой панели, которая в свою очередь крепится к основной вертикальной панели при помощи четырех стоек.

Для переключения катушек $L_1 — L_6$ используется обычный переключатель диапазонов на керамической плате.

На передней панели располагаются все основные органы управления прибором. Шкалы настройки имеют гра-

дусную шкалу. Для увеличения точности отсчета перед визиром установлена увеличительная линза. Определение частоты производится по графикам градуировки. В левой части панели расположены ручки настройки частоты и переключения поддиапазонов. В правой части сверху размещены гальванометры лампового вольтметра и модулометра. Между ними под фасонной крышкой помещена ручка потенциометра R_{31}. В средней части находятся ручка плавного делителя, шкала которого разбита на 100 деле-

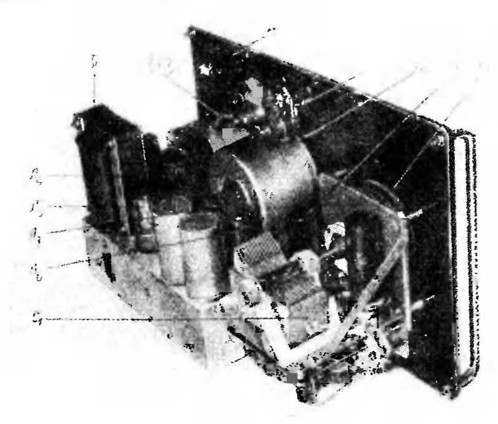


Рис. 20. Расположение основных деталей на шасси прибора.

ний, ручка скачкообразного делителя и выходные гнезда на 0—1 и 0—0,1 *в*, а в нижней — ручка установки несущей (R_6), нуля вольтметра (R_{33}), глубины модуляции (R_7), два гнезда внешней модуляции, переключатель $П_2$, выключатель электросети и индикаторная лампочка.

Отсчет выходного напряжения в микровольтах производится путем определения произведения показаний лимба потенциометра R_{15} на показания (цифру) ручки ступенчатого делителя (гальванометр лампового вольтметра должен показывать при этом 1 *в*).

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР С ЛАМПОВЫМ ВОЛЬТМЕТРОМ[1]

Прибор содержит сигнал-генератор и ламповый вольтметр, который используется для измерения постоянных и переменных напряжений (с его помощью можно также измерять сопротивления). Он питается от сети переменного тока напряжением 110—127—220 *в*. При колебаниях напряжения сети в пределах ± 15% погрешности измерений не превышают 2—3%. Принципиальная схема прибора приведена на рис. 21.

Сигнал-генератор состоит из генераторов высокой и низкой частот, буфера-модулятора и выходного каскада.

Генератор высокой частоты работает на правом (по схеме) триоде лампы $Л_2$ по трехточечной схеме с катодной связью и имеет пять поддиапазонов: 140—420 *кгц*, 0,4—1,2; 1—3; 2,5—7,5 и 6,5—20 *Мгц*. Переход с одного поддиапазона на другой осуществляется двухплатным переключателем $П_2$. Для повышения стабильности работы генератора и выравнивания амплитуды колебаний по диапазону катушки $L_1 — L_5$ контура генератора шунтируются сопротивлениями (на схеме не показаны). Величины этих сопротивлений подбираются опытным путем. Плавное перекрытие частоты в пределах каждого поддиапазона производится конденсатором переменной емкости C_{10}

Напряжение высокой частоты, снимаемое с части витков контурной катушки, вводится в цепь катода левого триода лампы $Л_2$ буфера-модулятора. В этом каскаде осуществляется модуляция высокочастотных колебаний

Звуковой генератор выполнен по обычной транзитронной схеме на лампе $Л_1$. В качестве катушки L колебательного контура использован дроссель с сердечником. Изменяя положение переключателя $П_1$, можно получить пять различных фиксированных звуковых частот, лежащих в диапазоне 50—10 000 *гц*. Напряжение звуковой частоты снимается с анода лампы $Л_1$ и подается на потенциометр R_4 (регулятор глубины модуляции), с движка которого оно поступает на управляющую сетку лампы буфера-модулятора. Смещение, необходимое для нормальной работы этой лампы, подается с потенциометра R_{30}.

Применение в выходном каскаде катодного повторителя на лампе $Л_3$ исключает влияние нагрузки на частоту колебаний и величину напряжения, снимаемого с выхода

[1] Конструктор И. И. Андреев, г. Харцызск.

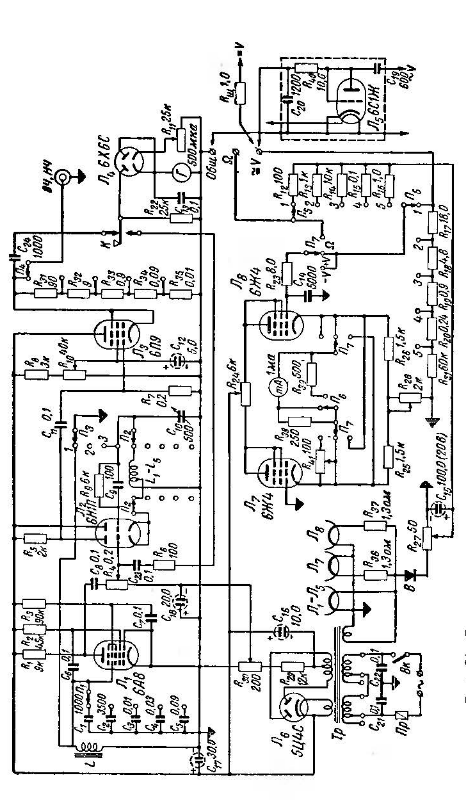


Рис. 21. Схема универсального сигнал-генератора с ламповым вольтметром.

буфера-модулятора. Выходное напряжение снимается с нагрузки катодного повторителя, в качестве которой использован скачкообразный делитель на сопротивлениях R_{31} — R_{35}.

Величина высокочастотного напряжения на нагрузке выходного каскада измеряется диодным вольтметром на лампе $Л_4$. Правый диод этой лампы используется для компенсации начального тока измерительного диода. Величина компенсирующего тока подбирается положением движка потенциометра R_{11}. Для удобства отсчета величины выходного напряжения величина нагрузки R_5 в цепи анода лампы буфера-модулятора выбрана таким образом, чтобы при положении потенциометра R_{10}, соответствующем максимальному напряжению на экранирующей сетке лампы $Л_3$, напряжение высокой частоты на делителе R_{31} — R_{35} было равно 1 *в*. Скачкообразный делитель позволяет получить ослабление величины сигнала на выходе прибора в 1, 10, 100, 1 000 и 10 000 раз. Малое значение сопротивления делителя обеспечивает незначительное влияние на точность отсчета сопротивлений нагрузок, подключаемых к выходу сигнал-генератора.

В схеме предусмотрен переключатель рода работы $П_3$. В положении *1* с выхода сигнал-генератора снимается немодулированное напряжение высокой частоты, так как в этом положении колебательный контур $LC_{1\text{-}5}$ закорачивается. В положении *2* сигнал-генератор дает модулированные высокочастотные колебания. Если же переключатель $П_3$ перевести в положение *3*, то сигнал-генератор работает в качестве звукового генератора. В этом режиме левый триод лампы $Л_2$ работает как усилитель низкой частоты. Величина выходного напряжения может плавно регулироваться потенциометром R_{10}.

Глубина модуляции может быть приблизительно оценена по величине модулирующего напряжения на сетке левого триода лампы $Л_2$, которое измеряется диодным вольтметром при нажатии кнопки *К*. Величина сопротивления R_6 в цепи диодного вольтметра подбирается из расчета полного отклонения стрелки гальванометра *Г* при 100%-ной модуляции.

Следует указать на недостаток схемы сигнал-генератора, который заключается в том, что в положении *2* переключателя $П_3$ с выхода сигнал-генератора одновременно с модулированными высокочастотными колебаниями снимается и напряжение низкой (модулирующей) частоты.

В некоторых случаях это ограничивает область применения сигнал-генератора. Этот недостаток можно устранить, если сопротивление R_5 шунтировать высокочастотным дросселем индуктивностью порядка 2 *мгн*, а выход низкочастотного генератора в положении *3* переключателя $П_3$ подавать непосредственно на вход катодного повторителя. Переключатель $П_3$ в этом случае должен иметь еще одну секцию.

Ламповый вольтметр позволяет измерять напряжения постоянного и переменного тока до 400 *в* на шкалах 1, 5, 20, 100 и 400 *в*. Каждый из пределов измерений может быть увеличен вдвое (переключателем $П_6$). Входное сопротивление вольтметра на всех диапазонах равно 25 *Мом*. Схемой предусмотрена возможность измерения сопротивлений до 10 *Мом* на шкалах 1, 10, 100, 1 000 и 10 000 *ком*.

Ламповый вольтметр собран по мостовой схеме на лампах $Л_7$ и $Л_8$, включенных триодами, и сопротивлениях R_{25} и R_{26}. В диагональ моста включен измерительный прибор *mA* чувствительностью 1 *ма*. Включение сопротивлений, образующих плечи моста, в катодные цепи ламп приводит к глубокой отрицательной обратной связи. Это обеспечивает линейность шкалы при измерении напряжений и незначительную зависимость показаний прибора от напряжений электросети.

Регулировка чувствительности моста при подгонке основной шкалы вольтметра 0—1 *в* производится сопротивлением R_{28}. Сопротивление R_{24} предназначено для установки нуля вольтметра.

Измеряемое напряжение подается на сетку лампы $Л_8$, что приводит к разбалансировке моста. При этом через миллиамперметр *mA* протекает ток, величина которого прямо пропорциональна измеряемому напряжению. Полное отклонение стрелки прибора соответствует напряжению на сетке ± 1 *в*. При измерении напряжения более 1 *в*, оно подается на сетку лампы через делитель $R_{17} - R_{21}$. В зависимости от выбранной шкалы этот делитель уменьшает измеряемое напряжение в 5, 20, 100 и 400 раз. Режим ламп $Л_7$ и $Л_8$ выбран таким, что при напряжении на сетке 200—300 *в* ток в диагонали моста лишь немного превышает 1 *ма*. Поэтому прибор допускает большие перегрузки. Изменение полярности включения прибора производится переключателем $П_7$.

Для измерения переменных напряжений имеется диодный пробник на лампе $Л_5$. При подаче переменного напряжения на вход пробника конденсатор C_{19} будет заряжаться через диод до тех пор, пока напряжение на нем станет равным пиковому значению подведенного напряжения. При отрицательном полупериоде входного напряжения ток через диод прекращается и конденсатор начинает разряжаться через сопротивление R_{40} и делитель $R_{17} - R_{21}$, вызывая разбаланс моста и отклонение стрелки прибора *mA*.

Сопротивления R_{23} и R_{40} и конденсатор C_{14} подобраны так, что при измерении на шкалах 20, 100 и 400 *в* на управляющую сетку лампы $Л_8$ подается постоянная составляющая напряжения, равная по величине эффективному значению переменного напряжения. Вследствие этого указанные шкалы вольтметров постоянного и переменного тока совпадают. Для шкал же 1 и 5 *в* составлены отдельные градуировочные графики.

Для уменьшения влияния сеточных токов на стабильность нуля вольтметра и увеличения долговечности ламп напряжение накала ламп $Л_7$ и $Л_8$ снижено до 5.8 *в*.

Для измерений сопротивлений переключатель $П_7$ устанавливается в положение Ω. Вольтметр измеряет при этом ту часть напряжения, получаемого от однополупериодного купроксного выпрямителя *В*, которая падает на измеряемом сопротивлении. Последнее включается последовательно с одним из эталонных сопротивлений $R_{12} - R_{16}$ и образует с ним делитель напряжения. В том случае, когда к гнездам Ω и *Общ.* измеряемое сопротивление не подключено, вольтметр измеряет напряжение, снимаемое с потенциометра R_{27}, величина которого должна быть равна 1 *в* (стрелка прибора на шкале омов должна показывать ∞).

Перед измерением напряжений или сопротивлений стрелку вольтметра следует установить на нуль ручкой потенциометра R_{24}. При измерении сопротивлений после установки переключателя $П_7$ в положение Ω переменным сопротивлением R_{41} стрелку прибора надо установить на отметку ∞.

Выпрямитель собран по обычной двухполупериодной схеме с емкостным фильтром с использованием силового трансформатора типа ЭЛС-2.

Прибор смонтирован на угловом шасси и заключен в металлический ящик размерами 290 × 175 × 165 *мм*. Передняя панель прибора облицована тонким текстолитом.

Шкала сигнал-генератора отградуирована по частоте. Отсчет измеряемых величин сопротивлений и напряжений

производится непосредственно по шкале стрелочных приборов.

Пробник для измерения переменных напряжений собран в круглом алюминиевом экране диаметром 30 *мм*. Донышко экрана сделано из полистирола.

На передней панели, помимо измерительных приборов и органов управления, имеются экранированное гнездо выхода сигнал-генератора, гнезда для включения щупа постоянного тока или пробника и зажимы для включения измеряемых сопротивлений.

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ[1]

При налаживании радиоаппаратуры, а также при исследовании различных электрических процессов большую помощь оказывает электронно-лучевой осциллограф, позволяющий наблюдать форму электрических колебаний. Ниже приводится описание сравнительно простого и малогабаритного осциллографа, который при этом обладает достаточно высокими электрическими параметрами.

Принципиальная схема осциллографа приведена на рис. 22. Основными узлами осциллографа являются усилитель по вертикали, усилитель по горизонтали, генератор развертки и выпрямительное устройство.

Усилитель по вертикали (оси *Y*) работает на лампе $Л_1$. На его входе имеется компенсированный делитель напряжения с переключателем $П_1$, позволяющий скачкообразно ослаблять подводимое напряжение в отношении 1 : 100, 1 : 10 и 1 : 1. Схема делителя обеспечивает высокое неизменное входное сопротивление на всех положениях переключателя $П_1$ при равномерной частотной характеристике. Плавная регулировка усиления осуществляется переменным сопротивлением R_8, которое изменяет величину отрицательной обратной связи.

В анодной цепи лампы $Л_1$ применена коррекция верхней границы полосы пропускания усилителя. Схемой предусмотрено переключение полосы пропускания, которое осуществляется переключателем $П_2$.

Частотная характеристика усилителя линейна от 10 *гц* до 1 *Мгц* (спад усиления на частотах 3,5—4 *Мгц* не превышает 30%). При установке переключателя $П_2$ в положение *1* частотная характеристика линейна от 10 *гц* до 100 *кгц*. Максимальный коэффициент усиления равен 55,

[1] Конструктор Г. Н. Джунковский, г. Ленинград.

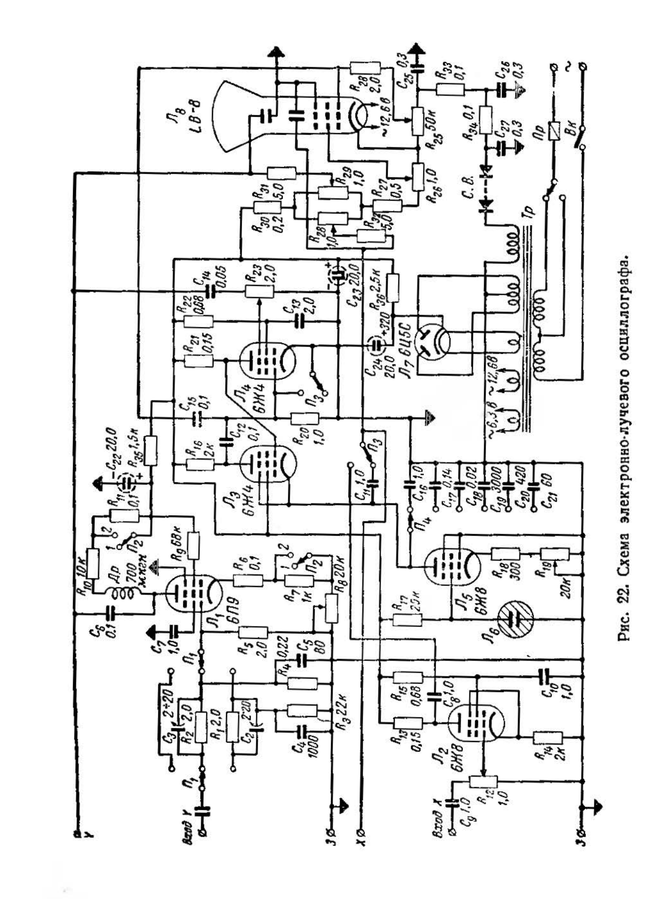


Рис. 22. Схема электронно-лучевого осциллографа.

входное сопротивление усилителя составляет 2 *Мом*, а входная емкость около 10 *пф*. Исследуемое напряжение на входе усилителя не должно превышать 300 *в*.

Усилитель по горизонтали (оси X) работает на лампе $Л_2$. Подключение выхода этого усилителя к горизонтальным пластинам осциллографической трубки $Л_8$ осуществляется переключателем $П_3$. Входное сопротивление усилителя по горизонтали составляет 1 *Мом*, входная емкость 20 *пф* и максимальный коэффициент усиления около 100. Предусмотрен отдельный вывод (зажим X) от горизонтально отклоняющей пластины электронно-лучевой трубки (вторая пластина заземлена).

Генератор развертки собран по схеме мультивибратора. В нем работают лампы $Л_3$ и $Л_4$. Лампа $Л_5$ является разрядной для конденсаторов $C_{16}-C_{21}$. Рабочий ход развертки происходит при разрядке одного из этих конденсаторов, а обратный ход — при его заряде.

С целью линеаризации развертки в цепь экранирующей сетки разрядной лампы $Л_5$ включена неоновая лампа $Л_6$. Автор конструкции указывает, что такое включение стабилизирующего элемента позволило получить высокую степень линейности кривой пилообразного напряжения (нелинейность не превышает 3%).

Частота развертки (20 *гц* — 200 *кгц*) регулируется грубо-переключателем $П_4$, а плавно — изменением величины сопротивления R_{19} в катодной цепи лампы $Л_5$. С потенциометра R_{23} на третью сетку лампы $Л_4$ снимается часть исследуемого напряжения для синхронизации частоты генератора развертки.

На управляющий электрод осциллографической трубки подаются положительные прямоугольные импульсы. Длительность этих импульсов равна времени прямого хода, поэтому происходит «подсвечивание» прямого хода. Обратный же ход при такой схеме развертки автоматически гасится.

Низковольтный выпрямитель на лампе $Л_7$ дает напряжение около 320 *в* для питания анодно-экранных цепей ламп усилителя по горизонтали и генератора развертки. Фильтр выпрямителя имеет общую ячейку C_{24} R_{36} C_{23} и отдельную ячейку $R_{35}C_{22}$ для питания цепи анода и экранирующей сетки лампы усилителя по вертикали.

Высоковольтный селеновый выпрямитель *СВ* (с заземленным плюсом) обеспечивает напряжение порядка 750 *в*.

В данном осциллографе применена трубка типа LB-8,

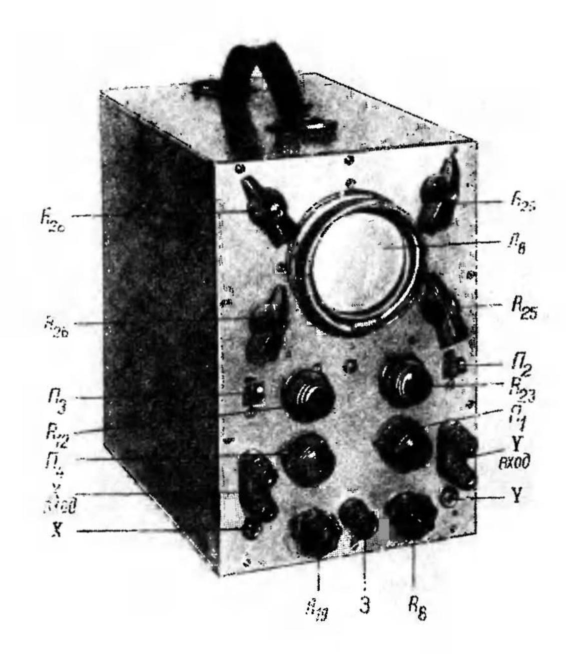


Рис. 23. Внешний вид осциллографа.

но она может быть заменена какой-либо другой, аналогичной. Потенциометр R_{25} служит для регулировки яркости изображения, R_{26} — для фокусировки луча, R_{29} — для смещения луча по вертикали и R_{28} — для смещения луча по горизонтали.

Внешний вид осциллографа приведен на рис. 23. Основные узлы конструкции укреплены на дюралюминиевом шасси. Силовой трансформатор *Тр* помещен в стальной

экран, а осциллографическая трубка заключена в оксидированный кожух из мягкой стали, предохраняющий ее от влияния внешних магнитных и электрических полей. Все органы управления осциллографом выведены на переднюю панель прибора.

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ[1]

При разработке конструкции данного осциллографа авторы ставили перед собой задачу создать малогабаритный прибор универсального типа с высокими электрическими параметрами (широкой полосой исследуемых частот, большой чувствительностью, высоким входным сопротивлением). Эта задача в значительной степени была решена.

Чувствительность осциллографа по отклонению на вертикальных и горизонтальных пластинах при полном усилении соответственно равна 1,2 и 45 *мв/мм*. Входное сопротивление равно $2 \cdot 10^6$ *ом* при входной емкости 10 *пф*. Максимально допустимое входное напряжение по оси *X* порядка 50, а по оси *Y* порядка 500 *в*. Диапазон частот генератора развертки составляет 5 *гц* — 500 *кгц*. Предусмотрены внутренняя и внешняя синхронизация генератора развертки, а также синхронизация от сети переменного тока.

Усилитель *Y* имеет полное усиление 2 000 и диапазон усиливаемых частот 10 *гц* — 1 *Мгц* при неравномерности ± 1 *дб*. Усилитель *X* имеет полное усиление 55. Его частотная характеристика идентична частотной характеристике усилителя *Y*. Питание осциллографа производится от сети переменного тока напряжением 110—220 *в*. Потребляемая от электросети мощность — 110 *вт*.

Принципиальная схема осциллографа приведена на рис. 24. Основными его узлами являются усилители по осям *X* и *Y*, генератор развертки, усилитель по оси *Z* (для усиления импульсов гашения обратного хода луча и подсветки) и выпрямитель для питания ламп и трубки.

Усилитель по вертикали содержит три каскада. В первом из них, который работает в режиме катодного повторителя, использована лампа $Л_1$. На входе включен компенсированный ступенчатый делитель напряжений, позволяющий при помощи переключателя $П_1$ уменьшать подводимое напряжение в 10 и 100 раз. Паразитные емкости делителя компенсируются конденсаторами C_2 — C_5. Исполь-

[1] Конструкторы В. И. Пуховский и В. Д. Корев, г. Уфа.

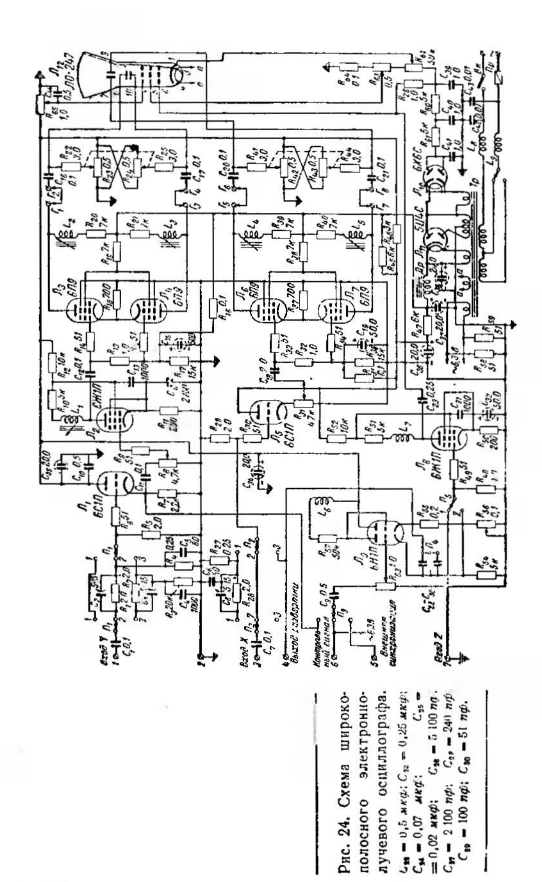


Рис. 24. Схема широкополосного электронно-лучевого осциллографа.
C_{36} — 0,5 *мкф*; C_{23} = 0,25 *мкф*; C_{34} — 0,07 *мкф*; C_{25} = 0,02 *мкф*; C_{28} — 5 100 *пф*; C_{27} — 2 100 *пф*; C_{29} — 240 *пф*; C_{29} — 100 *пф*; C_{30} — 51 *пф*.

зование компенсированного делителя обеспечило получение достаточно высокого значения входного сопротивления и равномерной частотной характеристики входного устройства.

Применение катодного повторителя в первом каскаде усилителя позволило использовать при высоком входном сопротивлении осциллографа низкоомный плавный делитель (R_8) в цепи катода лампы $Л_1$.

С выхода катодного повторителя сигнал подается на вход второго каскада усиления на лампе $Л_2$. Конденсатор C_{11} не пропускает постоянной составляющей напряжения на сопротивление R_8, благодаря чему сеточное смещение на управляющей сетке лампы $Л_2$ не изменяется при плавной регулировке усиления.

Оконечный каскад работает по двухтактной схеме на лампах $Л_3$ и $Л_4$. Во втором и оконечном каскадах осуществлена частотная компенсация (L_1, L_2, L_3), позволяющая равномерно усиливать широкую полосу частот.

Применение симметричной схемы выходного каскада и симметричной схемы смещения луча (R_{23}, R_{24}) позволяет устранить явление астигматизма.

При проведении измерений часто возникает необходимость подать исследуемое напряжение непосредственно на отклоняющие пластины осциллографической трубки. Для этого в конструкции предусмотрены специальные гнезда $Г_1 — Г_8$, которые при нормальной работе попарно замыкаются между собой перемычками. Сняв эти перемычки, можно подать исследуемое напряжение на любую пару пластин трубки.

Усилитель по горизонтали весьма сходен с усилителем по вертикали. Так, в обоих каналах имеются катодные повторители ($Л_1$, $Л_5$), полностью совпадают схемы выходных каскадов ($Л_3$, $Л_4$ и $Л_6$, $Л_7$), подачи напряжения на отклоняющие пластины и смещения луча. Различие между ними заключается в том, что в усилителе по вертикали имеется каскад предварительного усиления ($Л_2$).

Входной делитель имеет два положения (1 : 1 и 1 : 10). Необходимое ослабление сигнала получают установкой переключателя $П_2$ в положение *1* или *2*. Положение *3* переключателя используется для подачи напряжения с выхода генератора развертки ($Л_9$) на вход усилителя горизонтального отклонения. Катодный повторитель ($Л_5$) служит для согласования высокоомного входа усилителя (R_{28}, C_8, R_{27}, C_6) с низкоомным регулятором усиления (R_{31}).

Генератор развертки работает на лампе $Л_9$ по несколько видоизмененной схеме мультивибратора с катодной связью. Эта схема, отличаясь простотой, легкостью в налаживании и малым количеством деталей, обеспечивает широкий диапазон генерируемых частот при достаточно хорошей форме пилообразного напряжения.

Плавное изменение частоты развертки осуществляется переменным сопротивлением R_{56}, а скачкообразное—изменением зарядной емкости при помощи переключателя $П_4$. Амплитудное значение напряжения развертки достигает 15 *в* в диапазоне 50 *гц* — 500 *кгц*. Включение индуктивности L_6 последовательно с анодной нагрузкой левого триода лампы $Л_9$ улучшает форму пилообразного напряжения на высоких частотах.

Синхронизирующее напряжение подается на управляющую сетку левого триода лампы $Л_9$. Амплитуда синхронизирующего напряжения не превышает 0,2 *в*. Регулировка уровня этого напряжения осуществляется потенциометром R_{53}, на который через переключатель $П_3$ могут подаваться импульсы синхронизации от исследуемого напряжения с выхода катодного повторителя усилителя оси *Y*, от сети переменного тока или от зажима внешней синхронизации.

Усилитель оси *Z* работает на лампе $Л_8$. Благодаря компенсации частотная характеристика его в диапазоне 20 *гц* — 1 *Мгц* обладает неравномерностью не более $\pm$ 2 *дб*. Коэффициент усиления равен 25.

Данный усилитель предназначен для модуляции луча по яркости, что бывает необходимо при определении различных временны́х параметров исследуемого процесса. Выход усилителя соединен с модулирующим электродом трубки, а вход — с внешним зажимом, на который подается модулирующее напряжение. При помощи переключателя $П_5$ на вход усилителя могут быть поданы импульсы от генератора развертки, которые после усиления используются для гашения линий обратного хода на экране трубки.

Блок питания состоит из двухполупериодного выпрямителя на лампе $Л_{11}$ и однополупериодного высоковольтного выпрямителя на лампе $Л_{10}$. Оба выпрямителя питаются от общего силового трансформатора *Тр*. Для уменьшения пульсаций и паразитных связей между отдельными цепями осциллографа в первом выпрямителе применен многозвенный фильтр. В высоковольтном выпрямителе используется двухзвенный фильтр типа *RC*. Потенциометр

R_{62} служит для регулировки яркости, а R_{63} — для фокусировки луча.

Внешний вид осциллографа приведен на рис. 25, а расположение основных деталей на его шасси показано на рис. 26.

Шасси осциллографа собрано из отдельных съемных дюралюминиевых панелей толщиной 1,2 *мм*, соединенных

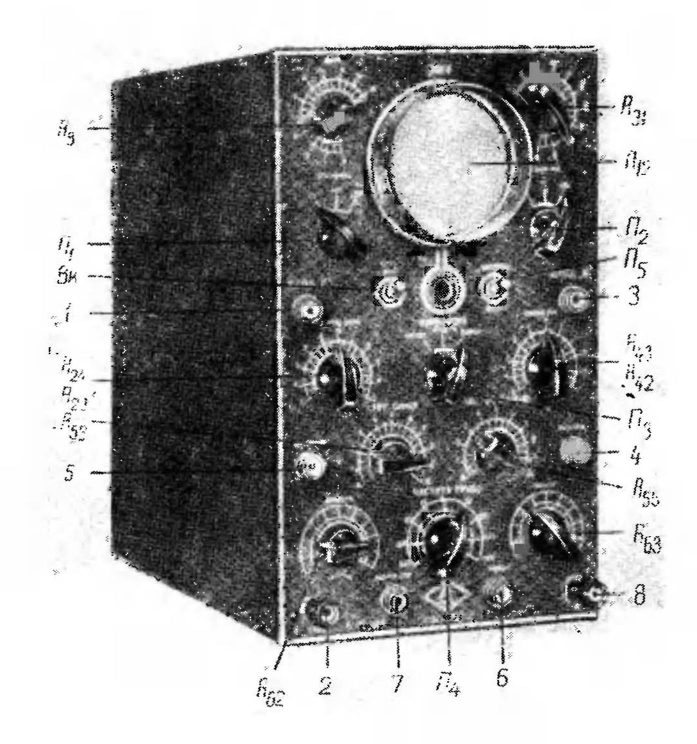


Рис. 25. Внешний вид широкополосного осциллографа.

двумя П-образными уголковыми скобками. На двух верхних горизонтальных панелях собраны усилители X и Y.

Монтаж усилителей сделан цепочкой, причем лампы и электролитические конденсаторы установлены в нижней части панели. Такое расположение создает удобства при налаживании и ремонте отдельных узлов осциллографа.

Для экранировки трубки от магнитных и электрических полей она заключена в стальной экран. Под экраном

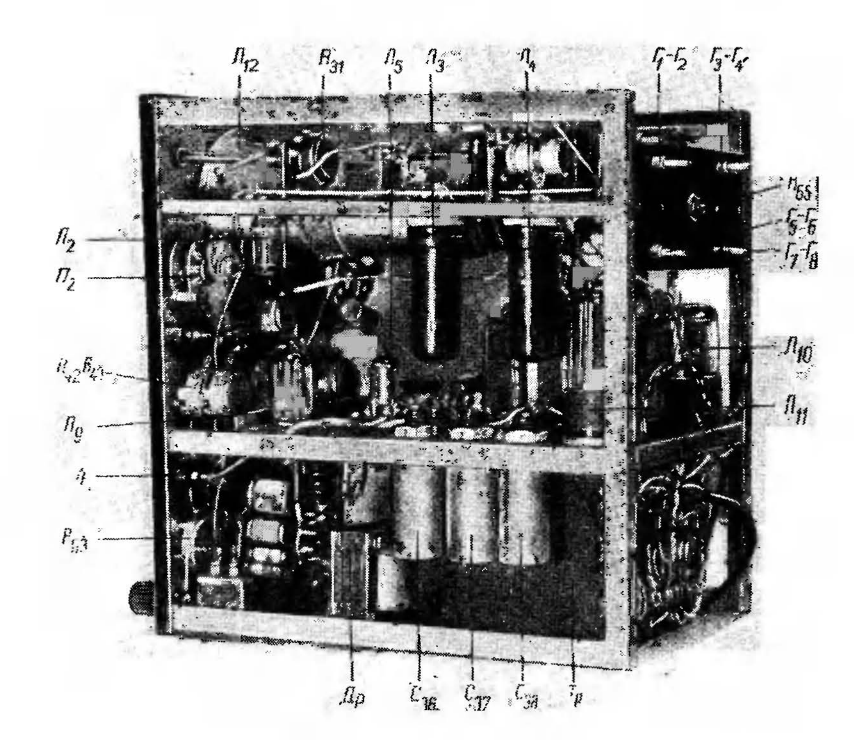


Рис. 26. Расположение деталей на шасси широкополосного осциллографа.

трубки расположена панель, на которой размещены все узлы, относящиеся к горизонтальной развертке, элементы фильтров выпрямителей, силовой трансформатор *Тр*, который заключен в стальной прямоугольный экран толщиной 1 *мм*. Сердечник трансформатора и экран заземляются в общей точке с цепями от отдельных узлов осциллографа. Выводы от узлов осциллографа и силового трансформатора располагаются на гетинаксовых контактных планках.

На передней панели расположены потенциометр регулировки яркости R_{62}, переключатель грубой регулировки частоты генератора развертки $П_4$, потенциометр фокусировки луча на экране трубки R_{63}, переменное сопротивление для плавного изменения частоты развертки R_{56}, потенциометр регулировки уровня напряжения синхронизации R_{53}, потенциометры R_{42} и R_{43} смещения пятна по оси X, потенциометры R_{23} и R_{24} смещения пятна по оси Y, пере-

ключатель рода синхронизации $П_3$, переключатели делителей напряжения $П_1$ и $П_2$ на входе усилителей по осям Y и X, потенциометры R_8 и R_{31} для плавного изменения усиления усилителей по осям Y и X, гнезда *1—8*, переключатель $П_5$ для коммутации входа усилителя по оси Z и выключатель электросети *Вк*.

Точные значения сопротивлений в цепях нагрузок усилителей, делителей смещения и фокусировки луча, делителей управляющих сеток ламп $Л_3$, $Л_4$ и $Л_6$, $Л_7$ подбираются при налаживании. Дроссели коррекции $L_1 — L_5$ намотаны на ферритовых сердечниках броневого типа. Необходимые значения их индуктивности (300—900 *мкгн*) подбираются при налаживании. Дроссели L_6 и L_7 (порядка 500 *мкгн*) наматываются на керамических, а L_8 и L_9 (по 10 *мгн*) на гетинаксовых каркасах. Силовой трансформатор *Тр* мощностью около 150 *вт* обеспечивает выпрямленное напряжение под нагрузкой порядка 350—400 *в*.

Осциллограф заключен в дюралюминиевый кожух размерами 280 × 277 × 167 *мм*.

КОМПЛЕКТ ПРОСТЫХ РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Комплект состоит из сигнал-генератора, сигнал-индикатора, измерителя выхода и приставки для определения собственной частоты колебательных контуров. Питание сигнал-генератора и сигнал-индикатора осуществляется от общего выпрямителя, выполненного отдельным блоком.

Сигнал-генератор. Прибор перекрывает диапазон частот 100 *кгц* — 18 *Мгц* и имеет пять поддиапазонов (100—215, 215—600 и 580—1 600 *кгц*, 1,6—5 и 5—18 *Мгц*). Принципиальная схема сигнал-генератора приведена на рис. 27.

Высокочастотный генератор собран на лампе $Л_1$ по транзитронной схеме. Колебательный контур состоит из конденсатора C_1 и одной из катушек L_1—L_5. Переключение катушек производится переключателем *П*. Высокочастотные колебания через конденсатор C_2 подаются на потенциометр R_1 и затем на выходное гнездо *ВЧ*, а оттуда — через кабель — на дополнительный скачкообразный делитель напряжения $R_{15} — R_{17}$.

Модулирующие колебания поступают от *RC*-генератора звуковой частоты на лампе $Л_2$. Частота генератора, определяемая величинами сопротивлений $R_{12} — R_{14}$ и емкостью конденсаторов $C_9 — C_{11}$, равна 400 *гц*. Низкочастотное напряжение, выделяемое на сопротивлении анодной нагрузки R_9, через конденсатор C_5 и сопротивление R_7 подается на потенциометр R_6, служащий для регулировки этого напряжения, и далее на первую сетку лампы $Л_1$ и выходное гнездо *НЧ*. Для получения немодулированных высокочастотных колебаний движок потенциометра R_6 должен быть поставлен в крайнее нижнее (по схеме) положение.

Внешний вид сигнал-генератора и расположение деталей на шасси показаны на рис. 28.

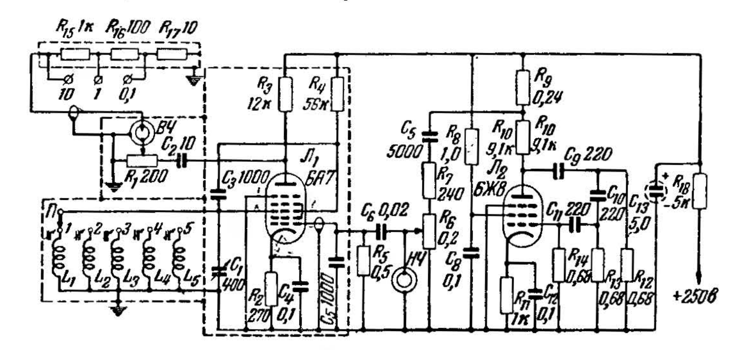


Рис. 27. Схема сигнал-генератора.

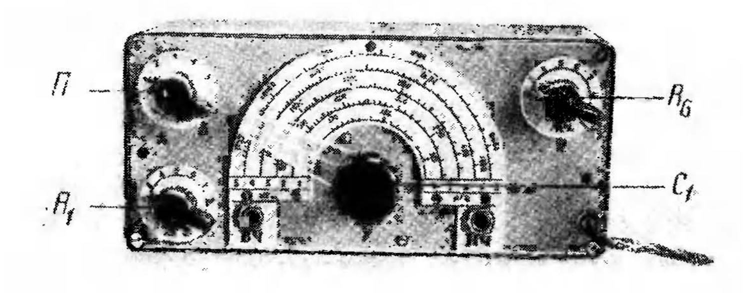
Катушки $L_1 — L_5$ намотаны на пластмассовых каркасах диаметром 10 и высотой 32 *мм* и снабжены сердечниками из магнитодиэлектрика ($L_1 — L_4$ — «универсаль», L_5 — однослойная). Катушка L_1 состоит из 640 витков провода ПЭШО 0,1, L_2 — из 270 витков ПЭШО 0,15, L_3 — из 110 витков ЛЭШО 7×0,7, L_4 — из 140 витков ЛЭШО 7×0,7. Ширина намотки 5 *мм*. Катушка L_5 состоит из 10 витков ПЭШО 0,5.

Переключатель *П*, потенциометры R_1 и R_6 и выходные гнезда (коммутаторные диаметром 8 *мм*) размешены на передней панели (223 × 98 *мм*) генератора, выполненной из дюралюминия толщиной 2 *мм*. На той же панели размещены шкала и ручка настройки (C_1). Для вращения конденсатора C_1 применено верньерное устройство шарикового типа с замедлением 1 : 5. Указателем шкалы служит пластинка из органического стекла, жестко прикрепленная к оси конденсатора C_1.

Экранировка каскадов и деталей осуществляется перегородками внутри прибора. Выходной кабель с коммутаторной вилкой с одной стороны и делителем напряжения

[1] Конструктор И. Д. Кулешев, г. Куйбышев.

R_{15} — R_{17} — с другой экранирован металлическим чулком, поверх которого надета резиновая трубка. Делитель напряжения заключен в пластмассовую коробку ($60 \times 25 \times 12$ *мм*), экранированную внутри медной фольгой. На коробке расположены зажимы с надписями 0,1; 1 и 10,



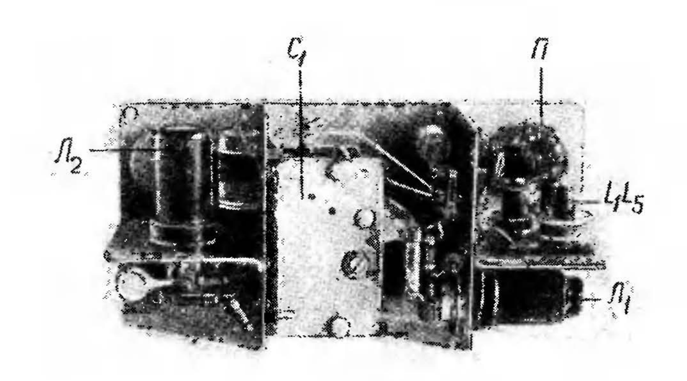


Рис. 28. Внешний вид сигнал-генератора и расположение деталей на его шасси.

а также вывод заземленного конца, оканчивающийся зажимным контактом.

Ящик сигнал-генератора размерами $225 \times 100 \times 75$ *мм* изготовлен из мягкой стали толщиной 0,8 *мм*. Вес прибора 1,3 *кг*

Сигнал-индикатор и измеритель выхода. Чтобы при ремонте и налаживании приемников и усилителей быстро обнаружить место неисправности или ненастроенный контур, необходимо иметь сигнал-индикатор, позволяющий проверить прохождение сигнала по всему каналу усиления.

Принципиальная схема сигнал-индикатора приведена на рис. 29. Прибор содержит лампы $Л_1$ и $Л_2$. В качестве индикатора сигнала используются головные телефоны *Т*. Можно также параллельно телефонами или непосредственно в выходные гнезда сигнал-индикатора включать измеритель выхода. При таком включении очень удобно, например, производить настройку контуров высокой и промежуточной частот приемника, но нужно учитывать, что подключение прибора к колебательному контуру несколько изменяет резонансную частоту последнего. Чтобы избежать ошибок при настройке контуров, вход сигнал-индикатора нужно включать на выход каскада приемника, стоящего после настраиваемого.

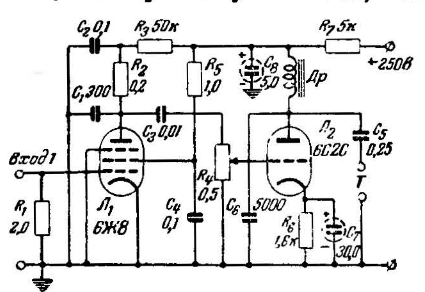


Рис. 29. Схема сигнал-индикатора.

При работе с сигнал-индикатором его шасси соединяется с шасси испытываемого приемника или усилителя. Цепь управляющей сетки лампы $Л_1$ соединяется с исследуемой цепью при помощи кабеля со щупом, который включается в гнездо *Вход 1*.

При проверке каскадов высокой или промежуточной частоты к щупу подключается дополнительный переходный щуп, внутри которого помещен конденсатор емкостью 100 *пф* (лампа $Л_1$ при этом работает в режиме сеточного детектора). В случае же испытания низкочастотных каскадов используют другой переходный щуп с конденсатором 0,01 *мкф* (лампа $Л_1$ используется как первый каскад усиления низкой частоты). Низкочастотные цепи можно испытывать и без дополнительного щупа, но только в том случае, если испытываемое низкочастотное напряжение не содержит постоянной составляющей.

Низкочастотный сигнал после усиления лампой $Л_1$ снимается с сопротивления R_2 и через конденсатор C_3 подается на потенциометр R_4 (регулятор громкости), а с него — на сетку лампы $Л_2$. С дросселя *Др*, включенного в анод-

ную цепь лампы $Л_2$, напряжение через конденсатор C_5 поступает на головные телефоны T.

Дроссель *Др* (3 000 витков провода ПЭЛ 0,07) собран на сердечнике из пластин Ш-11 (толщина пакета 10 *мм*) и заключен в металлический корпус (экран).

Экранированный кабель, при помощи которого сигнал-индикатор подключается к испытываемой цепи, имеет длину 1 *м*. С одной стороны он заканчивается контактной вилкой, которой включается в прибор, а с другой — разветвляется на два провода (один — с контактным зажимом, второй — со щупом). Дополнительные щупы с конденсаторами 100 *пф* и 0,01 *мкф*, имеют длину 55 и диаметр 10 *мм*.

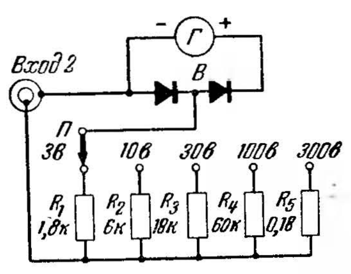


Рис. 30. Схема измерителя выхода.

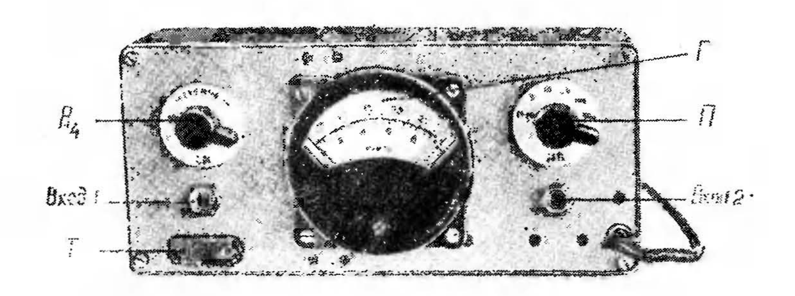
Измеритель выхода. Измеритель выхода (ИВ) позволяет измерять напряжения переменного тока 0,25—300 *в*, (шкалы на 3, 10, 30, 100 и 300 *в*). Он собран по однополупериодной схеме с купроксным выпрямителем *В*, включенным последовательно с добавочными сопротивлениями R_1—R_5 (рис. 30).

В первом положении переключателя *П*, измеритель выхода используется для измерения на шкале 3 *в*. В качестве гальванометра *Г* применен прибор типа М-41. Подключение прибора *ИВ* к измеряемым точкам производится при помощи кабеля, применяемого для сигнал-индикатора.

Внешний вид сигнал-индикатора и измерителя выхода и расположение деталей на шасси показаны на рис. 31. Панель сигнал-индикатора и измерителя выхода размерами 223 × 98 *мм* изготовлена из дюралюминия толщиной 2 *мм*. В правом углу панели выведен кабель, оканчивающийся четырехконтактной вилкой для подключения к выпрямителю. Ящик прибора размерами 225 × 100 × 75 *мм* изготовлен из мягкой стали толщиной 0,8 *мм*. Вес сигнал-индикатора с измерителем выхода составляет 1,2 *кг*.

Приставка для определения собственной частоты контуров. При налаживании приемников одной из наиболее трудоемких операций является подгонка катушек контуров и фильтров промежуточной частоты. Величину индуктивности катушки приходится подгонять опытным путем, сматывая или добавляя витки.

Эту работу можно значительно облегчить, если подгонку контуров производить с помощью простой приставки, которая работает в сочетании с сигнал-генератором и сигнал-индикатором. Схема такой приставки приведена на рис. 32.



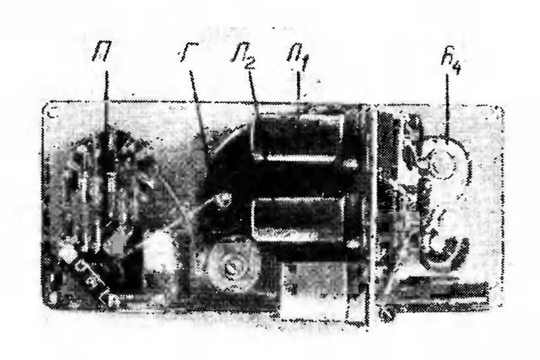


Рис. 31. Внешний вид сигнал-индикатора и измерителя выхода и расположение деталей на его шасси.

Принцип работы приставки основан на использовании явления резонанса. Исследуемую катушку L_x подключают к зажимам *1* и *2* приставки, вход которой присоединяют к сигнал-генератору, а выход — к сигнал-индикатору. Переключатель *П* ставят в положение, соответствующее минимальной или максимальной емкости конденсатора приемника. Затем сигнал-генератор настраивают в резонанс с частотой контура, причем последний определяется по

наибольшему отклонению стрелки измерителя выхода, включенного на выход сигнал-индикатора, или максимальному звуку в головных телефонах (в последнем случае высокочастотные колебания должны быть модулированы).

Резонансная частота контура определяется по шкале сигнал-генератора. Чтобы избежать ошибок, которые могут возникнуть за счет настройки контура на одну из гармоник, нужно повторно проверить настройку контура на частоту сигнал-генератора вдвое ниже, чем в первом случае. При правильной настройке на основную частоту резонанса на более низких частотах не будет.

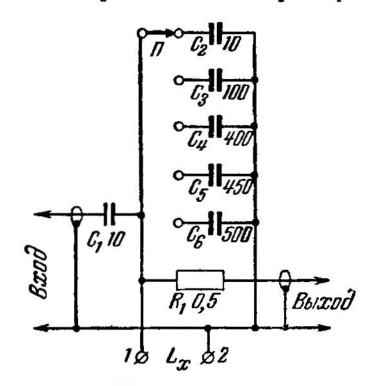


Рис. 32. Схема приставки для определения собственной частоты контуров.

Приставка смонтирована в металлическом ящике размерами 80×60×45 *мм*. На передней панели ящика расположены переключатель и зажимы для подключения испытываемого контура. Кабели для подключения к сигнал-генератору и сигнал-индикатору имеют длину по 300 *мм*.

Выпрямитель для питания сигнал-генератора и сигнал-индикатора собран по обычной двухполупериодной схеме на кенотроне типа 6Ц5С. Самодельными деталями выпрямителя являются силовой трансформатор и дроссель фильтра.

Сердечник силового трансформатора собирается из пластин Ш-24 при толщине пакета 35 *мм*. Сетевая обмотка состоит из 600 + 120 + 480 + 120 витков (с отводами на 100, 120, 200 и 220 *в*) провода ПЭЛ 0,35; повышающая обмотка — из 2 × 1 600 витков ПЭЛ 0,14; обмотка накала ламп — из 36 витков ПЭЛ 1,0 и обмотка накала кенотрона — из 36 витков ПЭЛ 0,8. Переключатель сетевой обмотки изготовлен из текстолита и имеет четыре гнезда с надписями 100, 120, 200 и 220 *в*.

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ И ЕМКОСТЕЙ[1]

Прибор позволяет измерять емкости конденсаторов 3 *пф* — 100 *мкф* на семи шкалах и сопротивления 0,1 *ом* — 100 *Мом* на восьми шкалах. Точность измерения сопротивлений от 0,1 — 10 *ом* составляет ± 5%, а 10 *ом* и выше ±0,5%. Прибор питается от сети переменного тока напряжением 110—120 *в*.

[1] Конструктор О. А. Лешуков, г. Архангельск.

Принципиальная схема прибора приведена на рис. 33. Прибор представляет собой мост Уитстона при измерении сопротивлений и мост Соти при измерениии емкостей. Измеряемое сопротивление или конденсатор подключается к зажимам R_x или C_x. Отсчет измеряемой величины про-

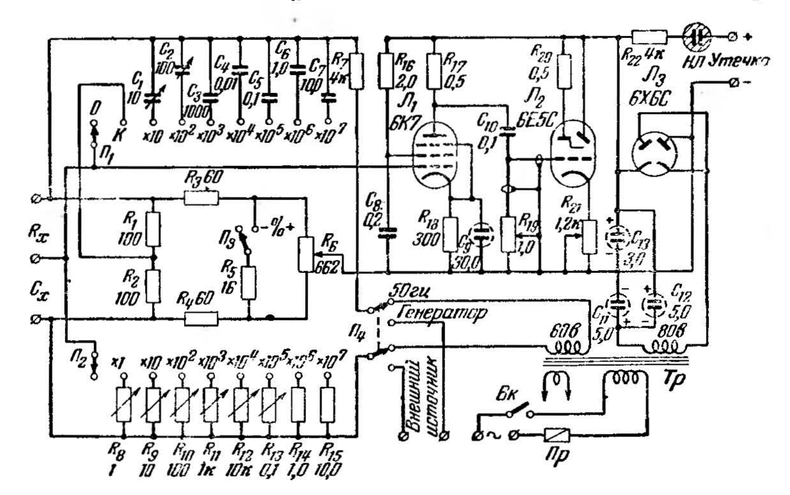


Рис. 33. Схема прибора для измерения сопротивлений и емкостей.

изводится при балансе моста, который определяется по теневому сектору электронно-оптического индикатора $Л_2$. Баланс моста достигается изменением величин эталонных конденсаторов C_1 — C_7 (при измерении емкостей конденсаторов) или эталонных сопротивлений R_8 — R_{15} (при измерении сопротивлений) и соотношения плеч реохорда R_6.

Основной частью моста, определяющей точность измерений, являются магазины сопротивлений и емкостей. Магазин сопротивлений содержит восемь сопротивлений (R_8 — R_{15}), из которых шесть — переменные. Наличие переменных сопротивлений позволяет точно подогнать требуемые величины эталонов. Изменение величины сопротивления магазина производится переключателем $П_2$. Магазин емкостей состоит из семи конденсаторов (C_1 — C_7), из которых два — переменные. Изменение емкости магазина про-

изводится переключателем $П_1$. Положение переключателей $П_1$ и $П_2$ определяет диапазон измеряемых величин.

Реохорд R_6 выполнен в виде переменного проволочного сопротивления с плотной намоткой. Для расширения шкалы в концы реохорда включены два проволочных сопротивления R_3 и R_4.

В схеме моста предусмотрен контроль нуля. При установке переключателя $П_1$ в положение K, а переключателя $П_2$ в нулевое положение, в плечи моста включаются равные сопротивления R_1 и R_2. Если в этом положении переключателей установить ручку указателя реохорда R_6 на середину шкалы (×1), то мост должен быть полностью сбалансирован. Отсутствие баланса укажет на неисправность в реохорде, индикаторе или других частях схемы.

Переключатель $П_3$ и сопротивление R_5 служат для измерения величин сопротивлений и конденсаторов, приближающихся к величинам внутренних или внешних эталонов, а также при подгонке емкостей конденсаторных блоков. Эти измерения проводятся следующим образом.

При установке переключателей $П_1$ и $П_2$ в нулевые положечия образуется мост, у которого два плеча составлены реохордом R_6 и последовательно соединенными с ним сопротивлениями R_3 и R_4. Два других плеча образованы внешним сопротивлением (эталоном), подключенным к зажимам C_x моста, и измеряемым сопротивлением, которое подключается к зажимам R_x.

Если сопротивление R_x точно равно значению внешнего эталона, то движок реохорда R_6 в момент баланса моста будет точно на середине шкалы, что соответствует нулевому процентному отклонению величины измеряемого сопротивления по отношению к эталонному. Если же имеется отклонение между этими величинами, то при балансе моста движок реохорда R_6 не будет в среднем положении. Величина отклонения движка реохорда будет зависеть от величины и знака отклонения измеряемого сопротивления по отношению к номиналу эталона. Сопротивление R_5 служит для «растяжки» шкалы при определении величины отклонения в процентах измеряемого сопротивления от значения эталона. Если в качестве эталонного сопротивления используется одно из сопротивлений $R_8 - R_{15}$, то переключатель $П_2$ устанавливается в соответствующее положение.

Аналогично определяется отклонение величины измеряемой емкости конденсатора от эталонной. В этом случае следует эталонную емкость подключить к зажимам R_x, а измеряемую к — зажимам C_x. Переключатели $П_1$ и $П_2$ при этом устанавливаются в нулевое положение. Выбор необходимой величины внутреннего эталона осуществляется переключателем $П_1$.

Реохорд R_6 имеет шкалу с нулем на середине, проградуированную в процентах (+20%—0 — —20%).

С целью увеличения чувствительности прибора напряжение разбаланса с диагонали моста подается на вход усилителя низкой частоты с лампой $Л_1$. С выхода усилителя усиленное напряжение подается на вход индикатора $Л_2$, работающего в режиме сеточного детектора. В результате детектирования на сетке лампы $Л_2$ появляется отрицательное напряжение и угол теневого сектора индикатора становится минимальным. В момент баланса моста отрицательное напряжение на сетке этой лампы отсутствует и угол теневого сектора становится максимальным.

Регулировка чувствительности индикатора производится сопротивлением R_{19}. Наличие в цепи катода лампы $Л_2$ сопротивления R_{21} вводит в схему отрицательную обратную связь, благодаря чему чувствительность этой лампы как нуль-индикатора значительно возрастает.

Питание моста осуществляется от специальной обмотки силового трансформатора. Предусмотрена также возможность питания моста от посторонних (внешних) источников звукового напряжения. Сопротивление R_7 служит для ограничения тока в эталонном и измеряемом сопротивлениях (при измерении малых сопротивлений). В качестве выпрямителя используется диод $Л_3$, работающий в схеме удвоения напряжения.

Для испытания конденсаторов на пробой и утечку предусмотрен пробник, в котором в качестве индикатора применена неоновая лампа $НЛ$ (типа МН-3).

Внешний вид прибора приведен на рис. 34. Прибор смонтирован в кожухе от телефонного аппарата (230 × ×160×110 *мм*). На передней панели, изготовленной из дюралюминия толщиной 1 *мм*, смонтированы все органы управления прибором. В верхней части установлены два зажима для проверки конденсаторов на утечку и пробой. Ниже, по краям панели, расположены окна для электронно-оптического индикатора и неоновой лампы. В центре большого диска, укрепленного на передней панели, проходит ось реохорда R_6. На диске нанесены три шкалы (ос-

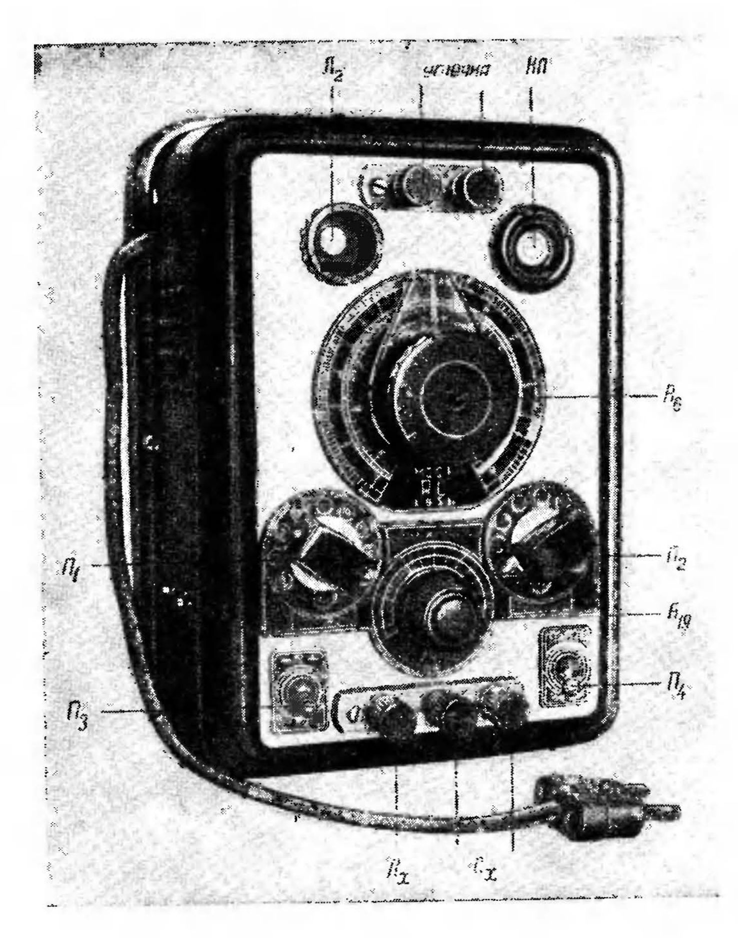


Рис. 34. Внешний вид прибора.

новная 0,1—10, вспомогательная, разделенная на 100 равных частей, и процентная). На оси реохорда укреплен лимб с указателем (пластинка из органического стекла, на которой для устранения ошибок от параллакса прочерчены с обеих сторон две тонкие линии).

Для регулировки переменных эталонов в стенках кожуха просверлены отверстия. Ручка переменного сопротивления R_{21} и гнезда внешнего источника питания моста выведены на правую боковую стенку кожуха. Кожух закрывается деревянным дном.

Включив прибор в электросеть, измеряемое сопротивление или конденсатор подключают соответственно к зажимам R_x или C_x. Переключатель $П_2$(или $П_1$) устанавливают в положение $\times 1$ или $\times 10$. Далее, вращают лимб реохорда, добиваясь максимального раскрытия теневого сектора лампы $Л_2$. Вращая затем регулятор чувствительности R_{19}, добиваются наилучшей балансировки моста. При измерении сопротивлений переключатель магазина емкостей должен стоять в положении *0*, а при измерении емкостей в положение *0* устанавливается переключатель эталонных сопротивлений. Если в положении переключателя $\times 1$ или $\times 10$ баланса моста получить не удается, то переводят переключатель в следующее положение. Добившись баланса моста, определяют измеряемую величину, для чего умножают показания указателя реохорда на множитель, соответствующего переключателя.

Для более точных измерений пользуются внутренней шкалой. Для этого переключатель $П_3$ устанавливают в положение «— % +». При пользовании посторонними эталонами, а также при подгонке емкостей блоков переменных конденсаторов переключатели $П_1$ и $П_2$ должны стоять в положении *0*. В положении *К* (Контроль) переключателя $П_1$ проверяется правильность закрепления указателя на оси реохорда. Правильно установленный указатель при максимальном раскрытии теневого сектора лампы $Л_2$ должен установиться в середине шкалы на цифре 1.

При проверке конденсаторов на утечку или пробой их подключают к зажимам *Утечка.*

Сопротивления $R_1 — R_6$ и $R_8 — R_{11}$ — проволочные. Особое внимание следует уделить намотке реохорда R_6. Чем больше будет его диаметр, тем точнее будут измерения. Все остальные сопротивления — непроволочные. Переключатели $П_1$ и $П_2$ собраны из обычных переключателей диапазонов. Платы их переделывают так, чтобы получить девять положений. Мощность силового трансформатора *Тр* должна быть не менее 20 *вт.*

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЕМКОСТИ НА ЧАСТОТЕ 500 *кгц**

Измерение емкости конденсаторов на радиочастотах имеет большое значение, так как конденсаторы обладают зависимостью емкости от частоты. Наибольшее распро-

* Конструкторы И. В. Буслер и О. П. Краморов, г. Ростов-на-Дону.

странение нашел резонансный метод в сочетании с методом замещения. Этот метод измерения, позволяющий устранить погрешности, связанные с влиянием емкости соединительных проводников, и положен в основу работы данного прибора.

Прибор позволяет измерять емкости конденсаторов 0,005—10 000 *пф* на частоте 500 *кгц*. Диапазон измерений разбит на три предела. На первом измеряются емкости до 200 *пф* с точностью 0,005 *пф*, на втором — до 1 000 *пф* с точностью 0,1 *пф* и на третьем — до 10 000 *пф* с точностью ± 1% в любой части шкалы. Прибор имеет две зеркальные шкалы: основную 0—105 *пф* с ценой деления

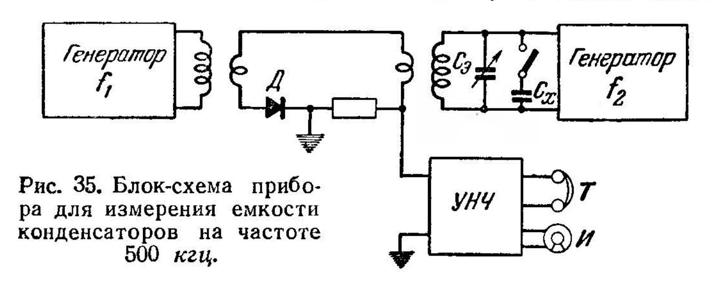


Рис. 35. Блок-схема прибора для измерения емкости конденсаторов на частоте 500 *кгц*.

0,2 *пф* и разменную от 0 до ±0,6 *пф* с ценой деления 0,005 *пф*.

Блок-схема прибора приведена на рис. 35. В состав прибора входят два генератора высокой частоты, из которых один работает на фиксированной частоте f_1, а частота другого f_2 может меняться в определенных пределах при помощи эталонного конденсатора $C_э$, шкала которого проградуирована в единицах пикофарад. Напряжения высокой частоты обоих генераторов воздействуют на апериодический контур, в цепи которого включен детектор *Д*. С выхода детектора детектированное напряжение подается на вход усилителя низкой частоты (*УНЧ*).

Если частоты или гармоники генераторов близки друг к другу, то на выходе усилителя низкой частоты в телефонах *Т* прослушивается тон биений. Частота этих биений *F* связана с частотами f_1 и f_2 генераторов соотношением:

$$F = f_1 - f_2.$$

В момент равенства частот ($f_1 = f_2$) частота биений $F = 0$. Такой способ настройки генераторов носит название способа «нулевых биений».

Если в положении равенства частот f_1 и f_2 генераторов подключить измеряемую емкость C_x параллельно эталонной емкости $C_э$, то уменьшая емкость эталонного конденсатора $C_э$, можно вновь настроить оба генератора на одну частоту по нулевым биениям. Очевидно, что в этом случае значение емкости C_x будет равно величине изменения емкости $C_э$. Момент совпадения частот генераторов можно определить не только на слух, но и по визульному индикатору *И* (лампа 6Е5С).

Принципиальная схема прибора приведена на рис. 36. Генератор фиксированной частоты работает по транзитронной схеме на лампе $Л_3$. Колебательный контур, настроенный на частоту 2 *Мгц*, образован катушкой индуктивности L_2 и конденсатором C_{29}. В анодной цепи лампы генератора имеется катушка связи L_6, которая одновременно является и высокочастотным защитным фильтром. Для повышения устойчивости частоты анодное напряжение стабилизировано стабилитроном $Л_2$, параллельно которому подключен конденсатор C_{27} для блокировки по высокой частоте.

Схема генератора плавно регулируемой частоты на лампе $Л_1$ тождественна схеме генератора фиксированной частоты. Во избежание захватывания частоты генераторов выбраны не равными, а кратными. Генератор плавно регулируемой частоты работает на частоте 500 *кгц* с явно выраженной четвертой гармоникой, которая и создает биения с основной частотой (2 *Мгц*) генератора фиксированной частоты.

В измерительный контур генератора плавно регулируемой частоты входят катушка индуктивности L_1, переключатель пределов измерений $П_1$, переключатель магазина емкостей $П_2$, конденсатор C_1, служащий для расширения пределов измерений до 100 000 *пф*, основной эталонный конденсатор C_{20}, разменный цилиндрический конденсатор C_{21}, магазин емкостей $C_2 — C_{19}$, растягивающий конденсатор C_{22}, конденсатор установки нуля C_{23} и конденсатор C_{24}. Измеряемая емкость подключается к зажимам C_x.

При такой схеме контура при любом значении измеряемой емкости C_x от нуля до бесконечности и любой комбинации емкостей конденсаторов, входящих в контур, собственная частота генератора f_2 может изменяться в пределах 375 *кгц* $< f_2 <$ 750 *кгц*. Такие пределы изменений частоты генератора плавно регулируемой частоты исклю-

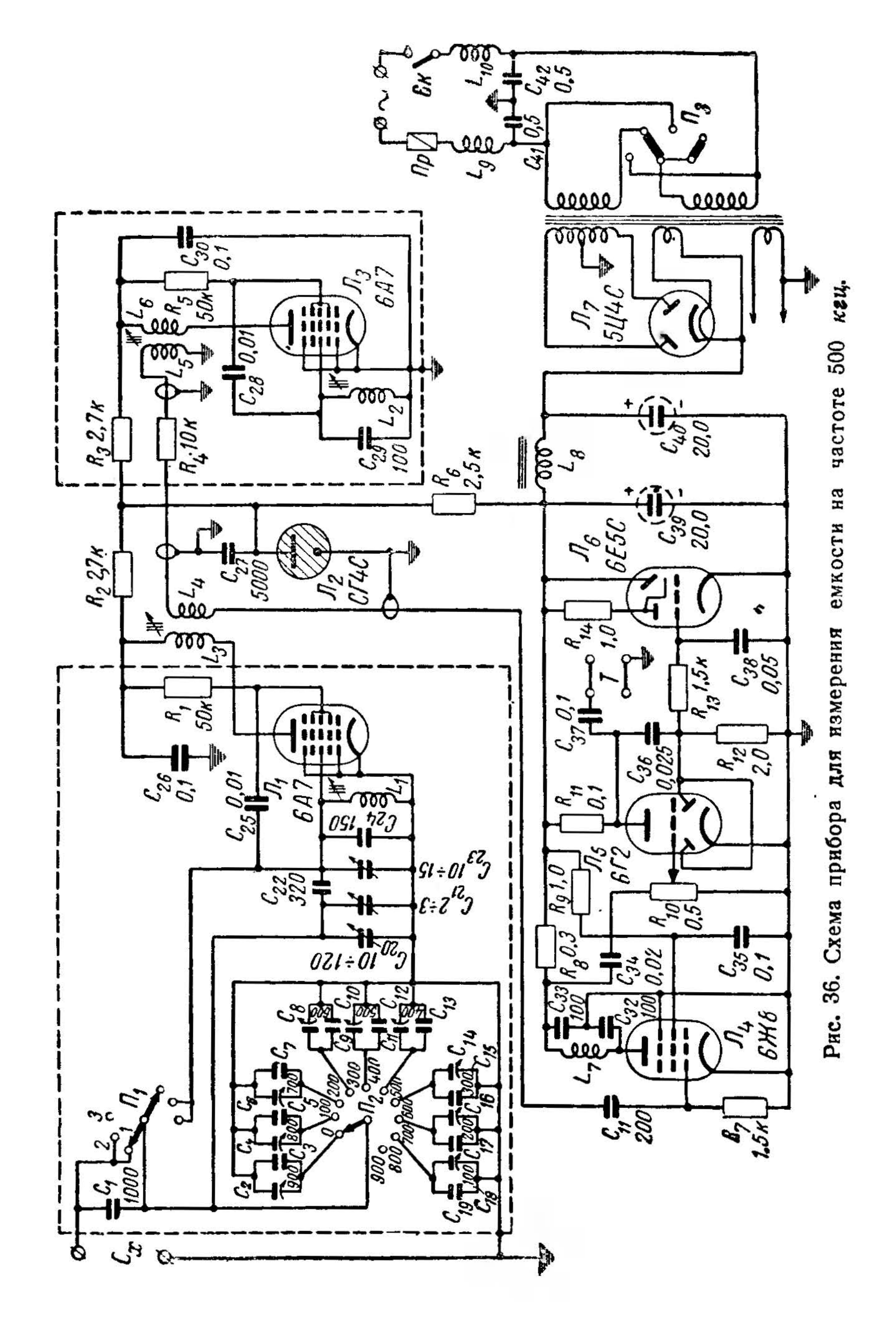


Рис. 36. Схема прибора для измерения емкости на частоте 500 *кгц*.

чают возможность получения биений между какими-либо гармониками обоих генераторов, а следовательно, ошибок при измерении.

При измерении емкости до 200 *пф* измеряемый конденсатор C_x при помощи переключателя $П_1$ подключается параллельно эталонному конденсатору C_{20}. При измерении на втором пределе (до 1 000 *пф*) измеряемая емкость C_x подключается параллельно всему контуру, так как растягивающий конденсатор C_{22} закорачивается. На последнем пределе измерений емкость C_x подключается к контуру последовательно с конденсатором C_1.

Отсчет измеряемой емкости на первых двух пределах производится по шкалам магазина емкостей C_2—C_{19}, эталонного конденсатора C_{20} и разменного C_{21}. Все эти показания суммируются и умножаются на соответствующий множитель переключателя $П_1$ ($\times 0{,}2$ или $\times 1$). Отсчет измеряемой емкости на третьем пределе измерений производится по графику, который составляется в процессе градуировки прибора по эталонным емкостям.

С помощью последовательно включенных катушек L_4 и L_5, которые слабо связаны с катушками L_3 и L_6, напряжение высокочастотных генераторов подается на вход сеточного смесителя с лампой $Л_4$. Переменное напряжение с частотой биений с анода этой лампы через разделительный конденсатор C_{34} поступает на потенциометр R_{10}, с движка которого оно подается на сетку лампы $Л_5$ усилителя низкой частоты. Контроль частоты биений производится на телефонные трубки *T*. Фильтр высокой частоты $L_7C_{32}C_{33}$ предохраняет управляющую сетку лампы $Л_5$ от попадания на нее токов высокой частоты.

Диодная часть лампы $Л_5$ используется для детектирования напряжения биений. Постоянная составляющая этого напряжения, выделяющаяся на сопротивлении R_{12}, подается на оптический индикатор $Л_6$, который с большой точностью позволяет определять момент нулевых биений.

Индикатор работает следующим образом. Когда частота биений близка к нулю, переменная составляющая напряжения на аноде лампы $Л_5$, а следовательно, и напряжение на сопротивлении R_{12} стремятся к нулю. В этот момент угол теневого сектора индикатора принимает максимальное значение и пульсирует с частотой биений. При достижении равенства основной частоты генератора фиксированной частоты и частоты четвертой гармоники генератора

плавно регулируемой частоты теневой сектор остается постоянным (уровень громкости в телефонных трубках равен нулю).

Питание прибора производится от сети переменного тока напряжением 110—220 *в*. Выпрямитель работает по обычной двухполупериодной схеме на кенотроне $Л_7$ типа 5Ц4С.

Прибор монтируется на угловом шасси с отсеком около передней панели, на которой расположены все детали контура генератора плавно регулируемой частоты. Генератор фиксированной частоты смонтирован отдельным блоком и помещен на горизонтальной части шасси.

На передней панели прибора расположены ручки эталонного и разменного конденсаторов, переключателей пределов измерений и магазина емкостей, конденсатора установки нуля и регулировки усиления. Там же помещены оптический индикатор настройки, индикаторная лампочка, две соосных шкалы эталонного и разменного конденсаторов, шкала магазина емкостей, зажимы для подключения измеряемой емкости и две пары гнезд для телефонных трубок.

Для обеспечения необходимой жесткости всей конструкции передняя панель выполнена из 3-миллиметровой листовой стали. Разменный и эталонный конденсаторы вместе с верньерным устройством укреплены на стальном угольнике.

В качестве основного эталонного конденсатора использован прямоемкостный переменный конденсатор с верньерным устройством. В контурах применены керамические конденсаторы.

Включив прибор, надо дать ему прогреться в течение 15—20 *мин*. Переключатель $П_2$ устанавливается в положение 0, соответствующее максимальной емкости C_2+C_3. Эталонный конденсатор C_{20} надо установить по шкале на нуль (соответствует максимальному значению емкости). Разменный конденсатор C_{21} устанавливается также на нулевую отметку (в середине шкалы). В соответствии с примерно ожидаемым значением измеряемой емкости переключатель $П_1$ переводится на соответствующий предел измерений.

Вращая затем конденсатор установки нуля C_{23}, необходимо добиться, чтобы при среднем положении движка потенциометра R_{10} теневой сектор оптического индикатора был неподвижным, а угол — максимальным (нулевые

биения). Подключив после этого измеряемую емкость к зажимам C_x и изменяя положение переключателя $П_2$, а также емкость конденсаторов C_{20} и C_{21}, следует добиться снова нулевых биений. В этом положении и отсчитывают значение измеряемой емкости.

Как показала практика, прибор благодаря его высокой точности может быть использован не только для измерения емкостей и конденсаторов, но и для проведения экспериментальных работ с емкостными датчиками, определения ТКЕ конденсаторов и лабораторных работ.

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИНДУКТИВНОСТЕЙ, ЕМКОСТЕЙ И СОБСТВЕННОЙ ЧАСТОТЫ КОНТУРОВ

При настройке приемников и высокочастотной аппаратуры часто приходится подбирать индуктивность катушек, емкость конденсаторов или определять собственную частоту колебательных контуров. Подгонка контуров заметно об-

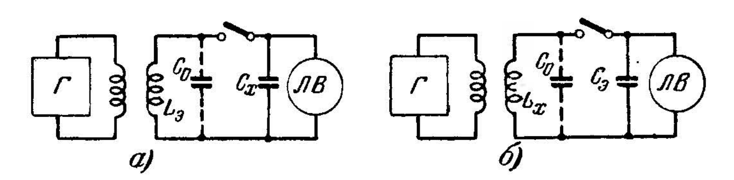


Рис. 37. Блок-схемы измерения емкости и индуктивности резонансным методом в сочетании с методом замещения.

легчается, если предварительно измерять входящие в них емкости и индуктивности.

В данном приборе для подобных измерений применяется резонансный метод. При измерении емкости C_x ее соединяют с эталонной индуктивностью $L_э$, как показано на рис. 37,*а*, и образовавшийся контур слабо связывают с высокочастотным генератором *Г*. Изменяя частоту генератора, добиваются настройки контура в резонанс, о чем судят по максимальному напряжению на контуре.

Резонансная частота контура f_0 определяется по шкале генератора. Зная частоту f_0 и величину эталонной ин-

---

[1] Конструктор Я. М. Диковский, г. Новосибирск.

дуктивности $L_э$, можно подсчитать общую емкость контура:

$$C_к = \frac{2{,}53 \cdot 10^4}{f_0^2 L_э},$$

где $C_к$ — общая емкость контура, *пф*;
$L_э$ — эталонная индуктивность, *мкгн*;
f_0 — резонансная частота, *Мгц*.

Полученная емкость является суммой измеряемой емкости C_x, собственной емкости эталонной катушки C_0 и емкости проводов $C_п$, которыми измеряемая емкость присоединяется к эталонной индуктивности. Если две последние емкости известны, то неизвестная емкость $C_x = C_к - C_0 - C_п$.

При измерении индуктивности L_x, ее соединяют с эталонной емкостью $C_э$ (рис. 37,*б*) и, так же как и в предыдущем случае, определяют собственную частоту полученного контура.

Величина индуктивности определяется по формуле

$$L_x = \frac{2{,}53 \cdot 10^4}{f_0^2 C_э}.$$

Следует учесть, что измеренная таким образом индуктивность является величиной, эквивалентной индуктивности контура, так как на результат измерения оказывают влияние собственная емкость катушки C_0 и емкость соединительных проводов.

Для удобства измерения величины $C_к$ и L_x обычно наносят на шкалу переменного конденсатора высокочастотного генератора, чем достигается прямой отсчет измеряемой величины.

Принципиальная схема прибора для измерения L_x, C_x и f_0 приведена на рис. 38. Прибор позволяет измерять индуктивность катушек в пределах 0,15 *мкгн* — 4 *мгн*, емкость конденсаторов 1 — 20 000 *пф* и собственную частоту колебательных контуров в диапазоне 35,6 — 5 810 *кгц*.

Основной частью прибора является генератор высокой частоты, работающий по трехточечной схеме с катодной связью на лампе $Л_3$ (6С1П). Диапазон частот генератора перекрывается на пяти поддиапазонах: 35,6—103,6, 98,4—286,

272 — 791,7, 752 — 2 188 и 2 000 — 5 810 *кгц*. Колебательный контур генератора образован одной из катушек индуктивности $L_1 - L_5$ и конденсатором переменной емкости C_8, в качестве которого использован строенный блок. Подключение той или иной катушки к конденсатору производится кнопочным переключателем $П_2$.

Учитывая, что точность измерения в большой степени зависит от стабильности частоты генератора, его анодное напряжение стабилизировано стабилитроном $Л_4$. Во избежание ошибок при измерении в схеме приняты меры, обеспе-

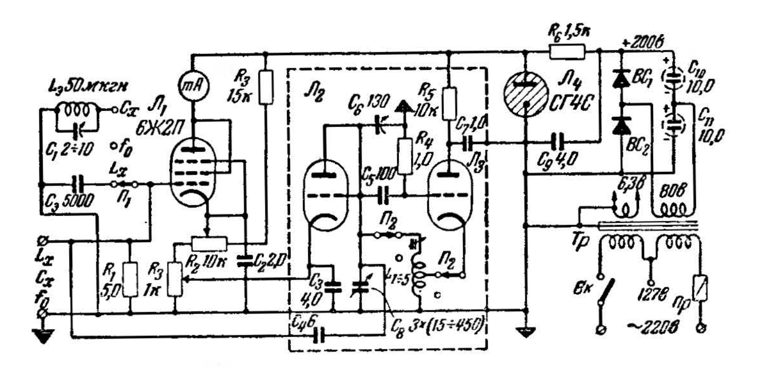


Рис. 38. Схема прибора для измерения индуктивности, емкости и собственной частоты контуров.

чивающие минимальное содержание гармоник. Генератор работает в недонапряженном режиме. Кроме того, применена отдельная лампа $Л_2$ (6С1П), работающая в качестве диодного подавителя гармоник, что также обеспечивает более равномерное значение амплитуды высокочастотного напряжения по диапазону Установка режима, обеспечивающего нормальную работу подавителя гармоник, осуществляется потенциометром R_3.

Высокочастотные колебания поступают на эталонный конденсатор $C_э$ (при измерении индуктивности) или на эталонную катушку $L_э$ (при измерении емкости), которые с измеряемым элементом образуют колебательный контур. При измерении собственной частоты колебательного контура $L_x C_x$ высокочастотное напряжение подается на этот контур. Переход на различные виды измерения осуществляется переключателем рода измерений $П_1$.

Индикатором настройки высокочастотного генератора в резонанс с собственными частотами контуров служит анодный детектор на лампе $Л_1$, обладающий большим входным сопротивлением. Регулировка чувствительности детектора осуществляется потенциометром R_2. При резонансе резко увеличивается анодный ток лампы, что отмечается миллиамперметром *mA*.

Отсчет измеряемой индуктивности или емкости производится непосредственно по шкале, которая укреплена на лицевой стороне прибора, а отсчет собственной частоты контура — по графикам.

Измерение индуктивности производится на всех поддиапазонах, а измерение емкости — на тех же поддиапазонах, кроме первого. При измерении емкости в схеме предусмотрена корректировка нуля (начала шкалы), которая производится вращением подстроечного конденсатора C_1 (ось его выведена под шлиц). Правильное положение этого конденсатора соответствует максимальному показанию миллиамперметра *mA* при установке шкалы на нуль.

Прибор смонтирован на угловом шасси и помещен в кожухе (210×158×195 *мм*) из листовой стали толщиной 0,8 *мм*. Лицевая панель выполнена из алюминия. Для уменьшения погрешностей при измерении высокочастотный блок тщательно экранирован дополнительным внутренним экраном.

Подгонка индуктивности катушек L_1—L_5 осуществляется ферритовыми сердечниками. Блок катушек крепится на плате кнопочного переключателя.

Для удобства настройки конденсатор C_8 имеет верньерное устройство, которое обеспечивает полное изменение емкости конденсатора при повороте указателя настройки на 300°. Эталонный конденсатор $C_э$ набран из отдельных керамических конденсаторов с положительными и отрицательными температурными коэффициентами (общий температурный коэффициент составляет $3 \cdot 10^{-6}$).

Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 127 или 220 *в*. Выпрямитель работает по схеме удвоения напряжения на двух селеновых столбиках (BC_1 и BC_2).

Индуктивность контурных катушек L_1—L_5 легко рассчитать, зная минимальные и максимальные значения емкостей, входящих в контур генератора ($C_{макс} = 1\,350$ *пф*, а $C_{мин} = 45$ *пф*), и крайние частоты каждого поддиапазона.

Градуировка прибора производится при помощи генератора стандартных сигналов по эталонам индуктивности и емкости и никакими особенностями не отличается.

Как показала работа с прибором, он обеспечивает измерение индуктивностей, емкостей и собственных частот контуров с точностью, превышающей 2%.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ЕМКОСТИ И ИНДУКТИВНОСТИ[1]

Прибор позволяет измерять емкость конденсаторов 0—1 000 *пф* с точностью ±2 *пф* на шкалах 0 — 500, 500—1 000 и 0—1 000 *пф* и индуктивность катушек 10—300 *мкгн* с точностью ±3%. Питается он от сети переменного тока.

Принципиальная схема прибора приведена на рис. 39. Основной его частью является высокочастотный генератор,

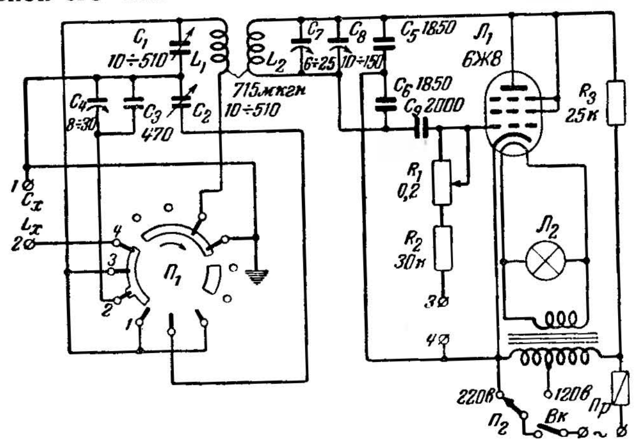


Рис. 39. Схема измерителя емкости и индуктивности.

работающий на фиксированной частоте 1 895 *кгц*. Последний собран по схеме с емкостной обратной связью на лампе $Л_1$, работающей в триодном включении. Колебательный контур образован катушкой индуктивности L_2 и конденсаторами C_5—C_8. Анодная цепь лампы генератора питается переменным напряжением 220 *в*, которое снимается с первичной обмотки силового трансформатора (мощностью около 20 *вт*).

В цепи управляющей сетки лампы имеются гнезда *3* и *4*, к которым подключается какой-либо индикатор-гальванометр чувствительностью порядка 100 — 200 *мка*. Этот

[1] Конструктор К. А. Каскнеем, г. Таллин.

гальванометр, в качестве которого можно использовать авометры типов ФЭП, ТТ-1 и др., регистрирует постоянную составляющую сеточного тока, величина которого может регулироваться переменным сопротивлением R_1.

С контуром генератора индуктивно связана катушка индуктивности L_1 измерительного контура. В зависимости от положения переключателя $П_1$ в измерительный контур включаются различные комбинации конденсаторов (рис. 40) и тем самым обеспечиваются различные виды и пределы измерений. Измеряемые емкости присоединяются к зажимам *1* и *2*.

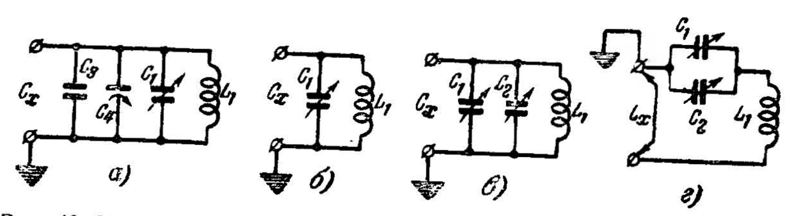


Рис. 40. Измерительный контур при различных положениях переключателя $П_1$.

При использовании резонансного метода в сочетании с методом замещения для измерения элементов LC индуктивность катушки L_1 и проводов, соединяющих ее с конденсатором C_x, а также собственная емкость катушки L_1 и указанных проводов не оказывают влияния на результаты измерения. Поэтому точность измерения значительно повышается и определяется главным образом погрешностью при градуировке прибора и определении момента резонанса.

Регистрация момента настройки измерительного контура в резонанс с частотой высокочастотного генератора ведется по методу активной реакции. При совпадении собственных частот обоих контуров сеточный ток генератора принимает минимальное значение.

В первом положении переключателя $П_1$ (рис. 40,*а*) в измерительный контур включаются конденсаторы C_1, C_3 и C_4. Настройка в резонанс с частотой генератора производится при максимальном значении емкости переменного конденсатора C_1. На этом пределе измеряются емкости C_x от 0 до 500 *пф*. Настройка измерительного контура в резонанс при нулевом положении шкалы конденсатора C_1

(C_1 максимально) осуществляется подстроечным конденсатором C_7, ручка которого выведена под шлиц (рис. 39).

Во втором положении переключателя $П_1$ в измерительный контур включен только конденсатор C_1 (рис. 40,*б*). На этом пределе измеряются емкости конденсаторов от 500 до 1 000 *пф*.

В третьем положении переключателя в контур включены конденсаторы C_1 и C_2 (рис. 40,*в*). В этом положении переключателя можно измерять емкости конденсаторов от 0 до 1 000 *пф*.

В четвертом положении переключателя (рис. 40,*г*) образуется схема для измерения действующей индуктивности. В этом случае колебательный контур образован катушкой индуктивности L_1 и конденсаторами C_1 и C_2, которые соединены с катушкой последовательно.

Измерение индуктивности L_x сводится к тому, что колебательный контур L_1, L_x, C_1, C_2 настраивается в резонанс с генератором дважды (один раз — при короткозамкнутой катушке L_x и другой — при введенной в контур катушке L_x). Предположим, что при этом суммарные емкости конденсаторов C_1 и C_2 оказались соответственно равными $C_{э1}$ и $C_{э2}$.

Тогда на основании условий резонанса $\left(\frac{1}{\omega C_{э1}}=\frac{1}{\omega C_{э2}}-\omega L_x\right)$

$$L_x=\frac{2{,}53\cdot 10^4\,(C_{э1}-C_{э2})}{f^2 C_{э1} C_{э2}},$$

где L_x — в *мкгн*; $C_{э1}$ и $C_{э2}$ — в *пф*; f — в *Мгц*.

Так как в нашем случае $C_{э1}$ — величина постоянная ($C_{э1\,макс} \approx 1\,020$ *пф*), то величина неизвестной индуктивности L_x может быть определена непосредственно по шкале блока переменных конденсаторов $C_1 C_2$.

С целью повышения точности отсчета в данном приборе определение неизвестных величин C_x и L_x производится по графикам, которые составляются при градуировке прибора по эталонам. Следует отметить, что шкала 0 — 1 000 *пф* дублирует шкалы 0 — 500 и 500 — 1 000 *пф*. Поэтому предел измерений 0 — 1 000 *пф* может быть вообще исключен.

При налаживании прибора нужно добиться, чтобы на первом, третьем и четвертом положениях переключателя при установке блока конденсаторов C_1C_2 в положение максимальной емкости (нуль на шкале) индикатор резонанса давал минимальное показание (при этом на четвертом пределе зажимы L_xC_x должны быть замкнуты). На втором пределе минимум показания индикатора должен быть при подключении к зажимам C_xL_x эталонной емкости 500 *пф*.

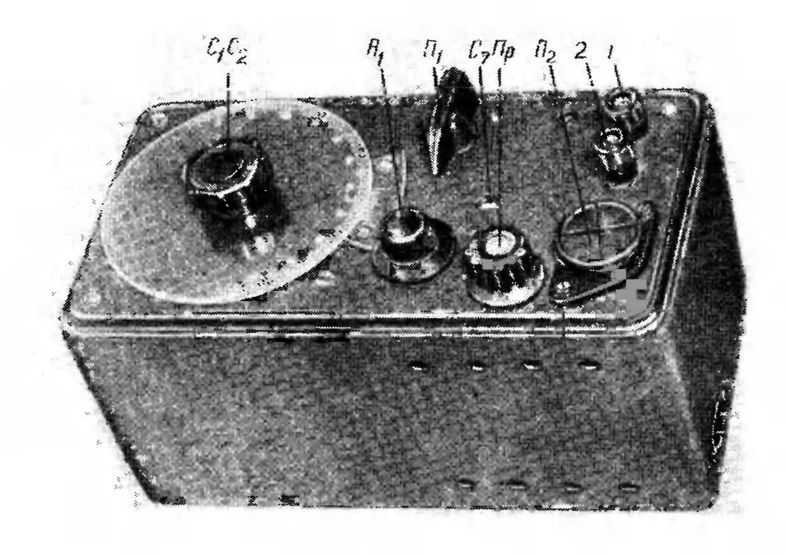


Рис. 41. Внешний вид измерителя емкости и индуктивности.

Перед измерением гнездо *1* (рис. 39) заземляется, гнезда *3* и *4* соединяются с индикатором, а к гнездам *1* и *2* подсоединяются соединительные провода. Затем прибор включается в электросеть.

После 10 *мин* прогрева прибора производят установку шкалы на нуль. Для этого прибор устанавливают в положение максимальной емкости (нуль на шкале) и, вращая конденсатор C_7, добиваются минимального показания индикатора.

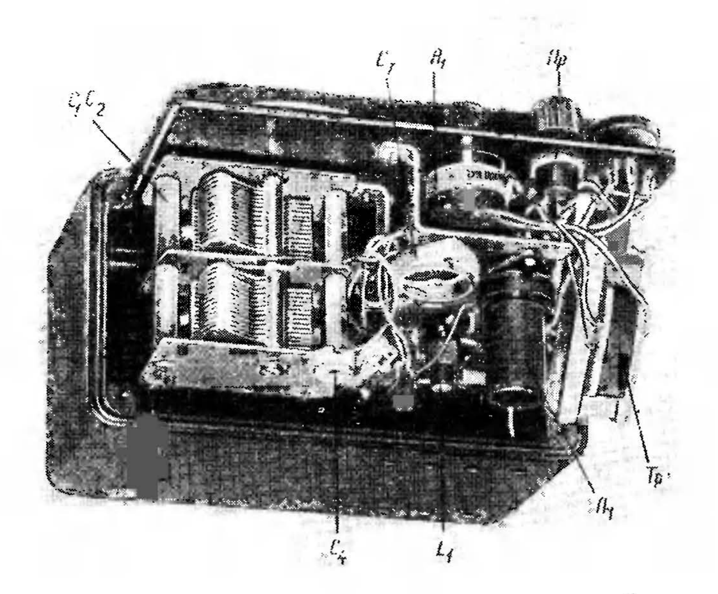


Рис. 42. Расположение деталей на шасси прибора.

Процесс измерения заключается в том, что переключатель $П_1$ устанавливают на соответствующий предел измерений. Измеряемые конденсатор или катушку присоединяют к гнездам *1* и *2*. Затем, поворачивая ручку блока конденсаторов C_1C_2, добиваются резонанса по минимуму показания индикатора. Пользуясь графиком градуировки, определяют неизвестную емкость конденсатора или индуктивность катушки.

Внешний вид прибора приведен на рис. 41, а расположение его основных деталей показано на рис. 42.

ИСПЫТАТЕЛЬ РАДИОЛАМП[1]

Принципиальная схема испытателя радиоламп приведена на рис. 43. Прибор питается от сети переменного тока напряжением 110 или 220 *в*. Силовой трансформатор *Тр* позволяет получать различные напряжения для питания накала испытываемых ламп. С этого же трансформатора (обмотка *III*) снимается напряжение 60 *в*, которое исполь-

[1] Конструктор Л. Гельфман, г. Калининград.

зуется для проверки целости нити накала ламп, наличия замыкания между электродами и тока эмиссии.

В качестве индикатора тока в цепи электродов и вольтметра для контроля напряжений, подаваемых на электроды ламп, используется прибор *mA* магнитоэлектрического типа чувствительностью 1 *ма*. Переключение прибора для работы в качестве миллиамперметра на три предела измерений (2, 20 и 200 *ма*) и вольтметра для контроля анодного и накального напряжений осуществляется переключателем $П_1$.

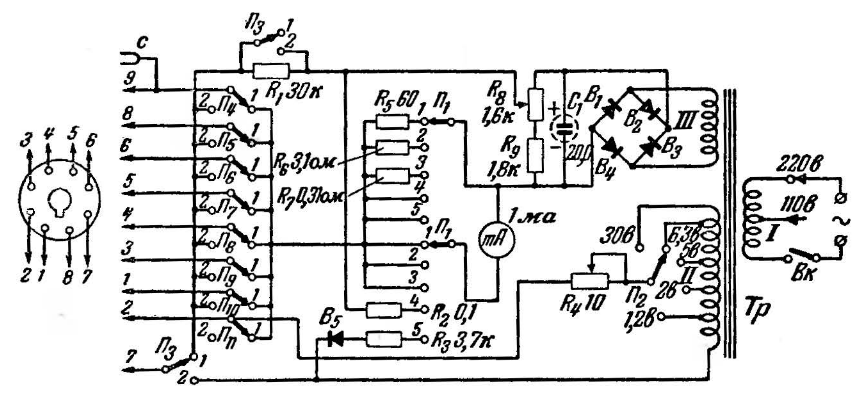


Рис. 43. Схема испытателя радиоламп.

Коммутация электродов ламп производится переключателями $П_4 — П_{11}$, позволяющими подключать любой электрод или группу электродов к общему минусу или испытательному напряжению, которое снимается с потенциометра R_8, включенного на выходе селенового выпрямителя.

Изменение напряжения накала ламп осуществляется переключателем $П_2$ и проволочным реостатом R_4. Напряжение накала измеряется купроксным вольтметром, состоящим из миллиамперметра *mA*, купроксного выпрямительного элемента $В_5$ и добавочного сопротивления R_3.

Выводы от движков переключателей $П_4 — П_{11}$ соединяются с соответствующими контактами ламповых панелек. В приборе имеется четыре панельки с октальным цоколем для ламп с напряжением накала 1,2; 2,5; 6,3 и 30 *в* и четыре панельки (семи- и девятиштырьковые) для ламп пальчиковой серии (батарейных и сетевых). Для ламп, у которых вывод управляющей сетки находится наверху баллона, предусмотрен специальный вывод *С*.

Работа с прибором производится следующим образом. Испытываемую лампу вставляют в соответствующую ламповую панельку. Переключатели $П_1$, $П_3$ и $П_4 — П_{11}$ устанавливают в положение *1*, и прибор включают в электросеть. В этом положении нить накала оказывается включенной последовательно в цепь высокого напряжения и миллиамперметра *mA*. Если нить цела, то стрелка миллиамперметра отклонится от своего нулевого положения. Во избежании перегрузки миллиамперметра последовательно с ним включено ограничительное сопротивление R_1.

Для проверки лампы на наличие короткого замыкания между электродами переключатель $П_{11}$ ставят в положение *2* и поочередно переводят из положния *1* в положение *2* и обратно переключатели $П_4 — П_{10}$. Если в положении *2* одного из переключателей (например, $П_7$) миллиамперметр даст отклонение, то это означает, что электрод, соединенный с ползунком этого переключателя, замкнут с каким-либо другим электродом. Для определения последнего переключатель $П_7$ оставляют в положении *2* и переводят в положение *2* все другие переключатели. Если при переводе, например, переключателя $П_8$ миллиамперметр даст нулевое показание, то это означает, что замкнуты между собой электроды *4* и *5*.

Убедившись в целости нити накала и отсутствии замыкания между электродами, переходят к определению эмиссионной способности лампы и наличия обрыва в цепи отдельных электродов. Для этого переключатель $П_3$ переводят в положение *2*. При этом включается напряжение накала лампы и замыкается сопротивление R_1. Все электроды (кроме катода) соединяются с анодом, что достигается установкой переключателей $П_4 — П_{11}$ в положение *2*. В этом положении миллиамперметр покажет величину тока эмиссии лампы. Установка величины анодного напряжения, контролируемой вольтметром, производится по таблице, которая составляется при испытании заведомо исправных ламп. В этой же таблице указываются положение переключателя $П_1$, величина тока эмиссии и напряжение накала.

Если переключатели $П_4—П_{10}$ (кроме переключателя, соединенного с катодом лампы) поочередно переводить из положения *2* в положение *1*, то по показанию миллиамперметра можно судить о наличии обрыва в цепи отдельных

электродов (в цепи оборванного электрода ток отсутствует). При испытании на обрыв электродов, удаленных от катода, переключатель $П_1$ следует установить в положение *1*. При этом чувствительность миллиамперметра увеличивается. Испытатель ламп смонтирован на дюралюминиевой панели и заключен в деревянный, обтянутый дерматином ящик размерами 150×250×270 *мм*.

Силовой трансформатор *Тр* выполнен на сердечнике из пластин Ш-20 при толщине пакета 30 *мм*. Обмотка *I* состоит из 1 980 витков провода ПЭЛ 0,2 с отводом от 990-го витка, обмотка *II* — из 270 витков с отводом от 11-го, 18-го, 45-го и 56-го витков, причем до 56-го витка обмотка выполняется проводом ПЭЛ 0,45, а затем — ПЭЛ 0,1, и обмотка *III* — из 540 витков ПЭЛ 0,1.

Сопротивления R_5 — R_7 — проволочные. Их величины на схеме указаны для прибора чувствительностью 1 *ма* (сопротивление рамки прибора 60 *ом*).

В выпрямителе применены селеновые шайбы диаметром 18 *мм*. Каждое плечо содержит шесть шайб.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬ РАДИОЛАМП[1]

Прибор позволяет производить испытание около 50 типов приемно-усилительных ламп отечественного и иностранного производства, причем это число может быть увеличено до 250, если иметь набор переходных колодок или увеличить число типовых ламповых панелек. С помощью испытателя можно проверить целость нити накала и анодный ток лампы при данном режиме работы, определить короткое замыкание между электродами и наличие обрыва между электродами и штырьками цоколя. Питается прибор от сети переменного тока напряжением 110 или 220 *в*.

Принципиальная схема универсального испытателя радиоламп приведена на рис. 44. В состав испытателя входят силовой трансформатор *Тр*, однополупериодный выпрямитель на германиевом диоде *Д* типа ДГ-Ц21, миллиамперметр *mA* на 5 *ма*, семь кнопочных переключателей $К_1$ — $К_7$, семь перекидных тумблеров $Т_1$ — $Т_7$, переключатель рода работ $П_1$, переключатель накала $П_2$ и переключатель шунта $П_3$. Для накала нитей ламп на силовом трансформаторе имеется секционированная обмотка *II*, дающая напряжения 1,2; 2; 4; 5; 6; 14; 25 и 30 *в*.

[1] Конструктор В. К. Жеретиенко, г. Саратов (в схему, разработанную автором, внесен ряд изменений).

На панели прибора установлены восемь типов ламповых панелек. Соответствующие электроды различных типов ламп от ламповых панелек подводятся к ведущим контактам кнопочных переключателей $К_1$ — $К_7$. Миллиамперметр *mA* имеет градусную шкалу. О годности лампы по анодному току судят по таблицам, в которых указывается рекомендуемое напряжение накала для испытания, положение переключателя $П_3$ универсального шунта $R_ш$, номер панели, в которую должна вставляться лампа, и показание миллиамперметра *mA*.

Перед измерением общего анодного тока лампа проверяется на целость нити накала и отсутствие короткого замыкания между электродами и обрывов в цепи электродов.

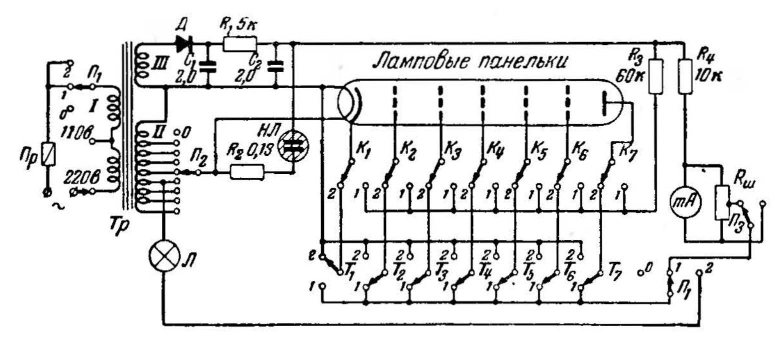


Рис. 44. Схема универсального испытателя радиоламп.

Для проверки целости нити накала лампа вставляется в соответствующую панель. Установкой переключателя $П_1$ в положение *1* или *2* прибор включается в электросеть. Переключатель $П_2$ ставится в нулевое положение (этим самым отключается питание нити накала). Если неоновая лампа *НЛ*, которая подключена к выходу выпрямителя последовательно с нитью накала, загорится, то это укажет на целость нити накала.

При испытании лампы на короткое замыкание между электродами все тумблеры $Т_1$ — $Т_7$ устанавливают в положение *2*. При этом все электроды через кнопочные переключатели $К_1$ — $К_7$ соединяются между собой и присоединяются к нити накала, к которой подключен один конец обмотки накала трансформатора *Тр*. Другой конец обмотки накала (отвод 6 *в*) через лампочку накаливания *Л* и

переключатель $П_1$, который устанавливается в положение *2*, подводится к контактам *1* тумблеров T_1—T_7. Если теперь каждый из тумблеров по очереди переключать в положение *1* (а затем в исходное положение), то лампочка *Л* зажигается только в случае короткого замыкания между исследуемым электродом и каким-либо другим электродом в лампе. Оставляя тумблер, при котором зажглась лампочка *Л*, в положении *1* и продолжая переводить по очереди остальные тумблеры в положение *1* и обратно, можно по погасанию лампочки определить неисправные электроды. Испытание ламп на короткое замыкание производится без включения напряжения накала (переключатель $П_2$ устанавливается в положение *0*).

При испытании лампы на обрыв между электродами и штырьками цоколя на нить накала подают нормальное напряжение накала, которое устанавливают переключателем $П_2$ Переключатель $П_1$ устанавливается в положение *1*. Тумблером T_1 катод лампы присоединяется к отрицательному полюсу анодного напряжения, все же остальные электроды лампы тумблерами $T_2 — T_7$ через кнопочные переключатели $K_2 — K_7$ и миллиамперметр *mA* присоединяются к положительному полюсу. Положение ручки переключателя шунта $П_3$ устанавливают по таблице для данного типа лампы. При нажатии по очереди на те из кнопочных переключателей $K_2 — K_7$, к которым для данного типа лампы оказываются присоединенными сеточные и анодные электроды (что указывается в рабочей таблице, прилагаемой к прибору), миллиамперметр *mA* покажет уменьшение величины тока только в том случае, если в цепи исследуемого электрода нет обрыва. Положение всех переключателей при испытании лампы на обрыв в цепи электродов показано на схеме (рис. 44).

При испытании ламп по анодному току положения переключателей $П_1$ и $П_2$, тумблеров T_1—T_7 и переключателя шунта $П_3$ остаются без изменения. Отсчет анодного тока производится по шкале миллиамперметра *mA* при не нажатых кнопках $K_1 — K_7$.

Лампа считается годной, если анодный ток отличается от указанного в таблице в сторону уменьшения не более чем на 15%. Таблицу значений анодного тока для различных типов ламп лучше всего составить по данным, полученным при испытании заведомо годных ламп.

Прибор собран в чемодане (рис. 45). На лицевой панели размещены органы управления, миллиамперметр и лам-

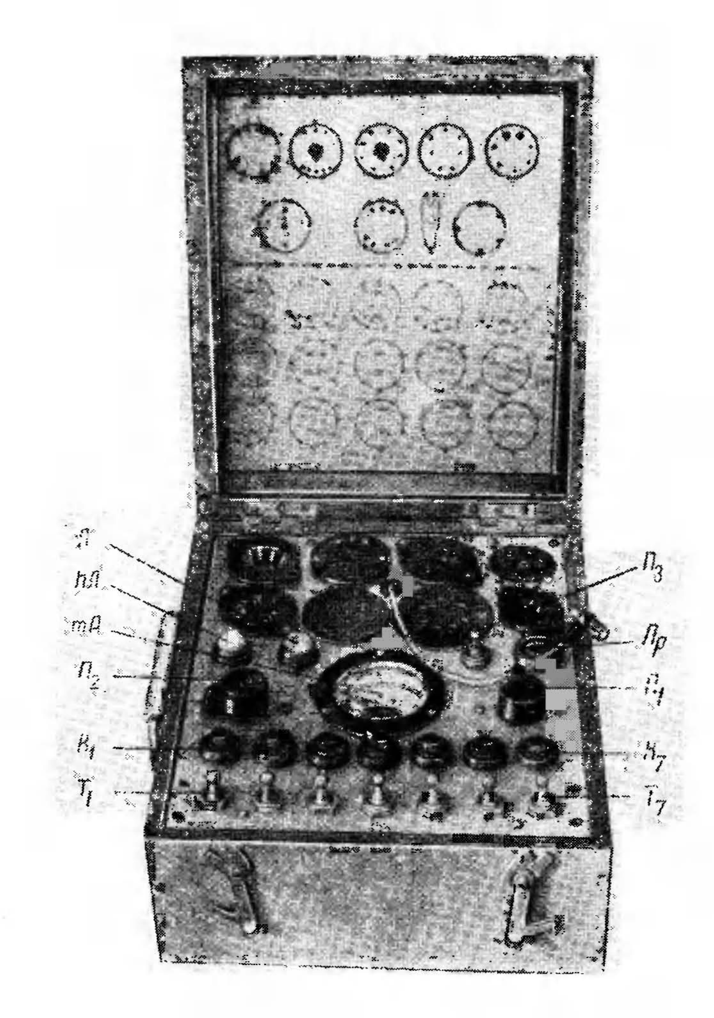


Рис. 45. Внешний вид универсального испытателя радиоламп.

повые панельки. Силовой трансформатор и конденсаторы фильтра помещены на дне чемодана.

Силовой трансформатор *Тр* собран из пластин Ш-20 при толщине пакета 60 *мм* (набор—6 *см*). Обмотка *I* состоит из 550 + 550 витков провода ПЭЛ 0,35, обмотка *II*— из 150 витков ПЭЛ 0,7 с отводами от 6-го, 10-го, 20-го,

30-го, 70-го, 125-го и 150-го витков и обмотка *III* — из 180 витков ПЭЛ 0,12.

Переключатель накала ламп — самодельный на девять положений. Учитывая, что через контакты протекает значительный ток, необходимо обеспечить надежное соединение между ползунком и контактами. Кроме того, при изготовлении переключателя надо исключить возможность одновременного замыкания двух соседних контактов. Кнопочные переключатели $K_1 - K_7$ — тоже самодельные. Они изготовлены из стандартных пружин (групп) от обычных телефонных реле. Провод, идущий к наружным электродам ламп, снабжен колпачком.

РЕЖИМОМЕТР[1]

Прибор предназначен для проверки и налаживания различной радиоаппаратуры. С помощью режимометра можно определить неисправные каскады радиоустройства путем измерения режима работы радиоламп этих каскадов. Кроме того, режимометр позволяет измерять напряжения постоянного и переменного тока на шкалах 6, 30, 150, 300 и 600 *в*, величины постоянного тока на шкалах 6, 30, 150, 300 и 600 *ма* и сопротивления на шкалах 5 000, 500 000 *ом* и 5 *Мом*.

Принципиальная схема режимометра приведена на рис. 46. Основной его частью является авометр, в котором использован гальванометр *Г* чувствительностью 60 *мка*. Для улучшения демпфировки подвижной системы гальванометра последний шунтирован сопротивлением R_1. При измерении напряжения постоянного тока авометр обладает входным сопротивлением около 15 000 *ом/в*.

Переключение авометра на различные виды измерения осуществляется трехсекционным переключателем $П_1$ на пять положений, а изменение пределов измерений — двухплатным переключателем $П_2$ на 11 положений.

При измерении напряжений постоянного тока переключатель $П_1$ устанавливают в положение *2*, а переключатель $П_2$ — в одно из положений *7 — 11* (в зависимости от предела измерений). В этом случае последовательно с микроамперметром включаются дополнительные сопротивления $R_7 - R_{11}$.

Для измерения напряжений переменного тока предусмотрен выпрямитель *В*, собранный по мостовой схеме.

[1] Конструктор А. И. Вацнер, г. Сталино

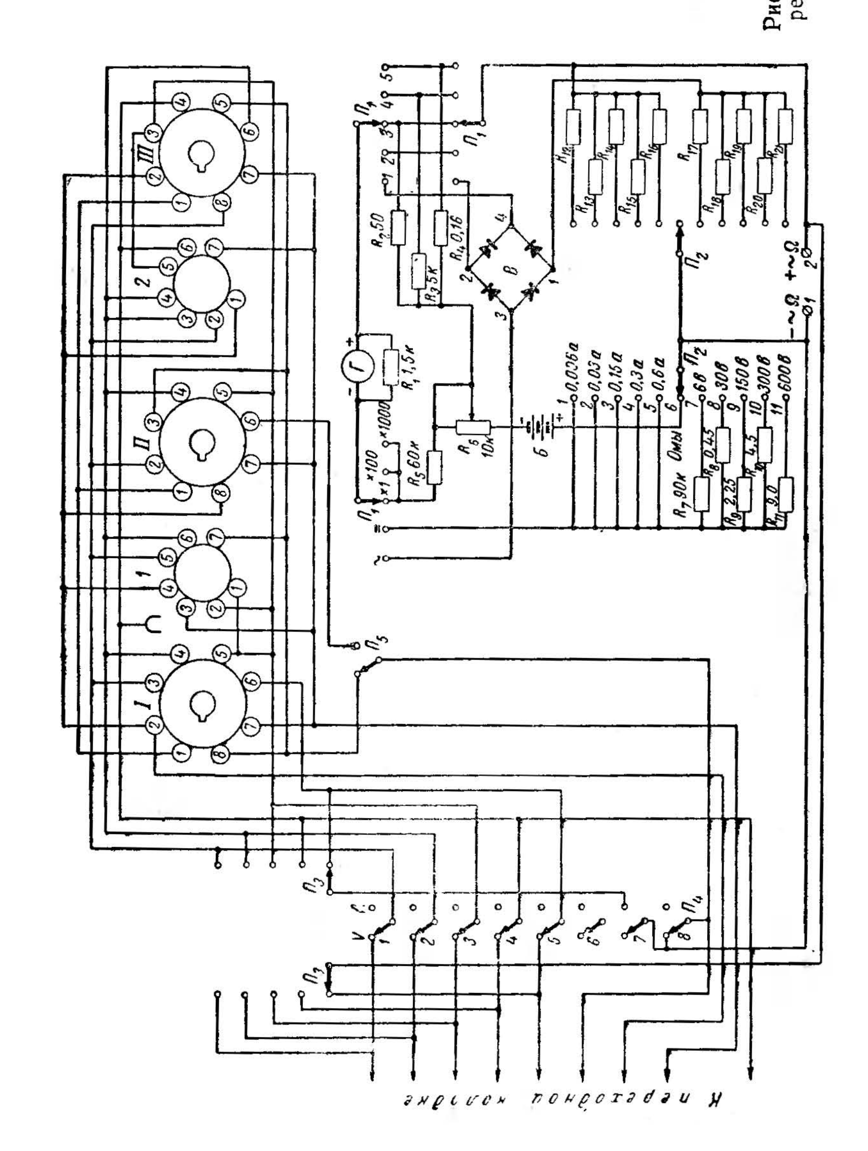


Рис. 46. Схема режимометра.

При установке переключателя $П_1$ в положение *1* в диагональ *1—2* моста включается одно из дополнительных сопротивлений R_{17} — R_{21}, а в диагональ *3—4* — гальванометр *Г*.

Измерение величины постоянного тока осуществляется в положении *2* переключателя $П_1$. Переключатель же $П_2$, который определяет предел измерений, должен быть установлен в одно из положений *1—5*. Конструкция переключателя $П_2$ должна быть такой, чтобы исключалась возможность случайного отключения одного из шунтов R_{12}—R_{16} в процессе изменения пределов измерений, так как это может привести к повреждению гальванометра.

При использовании авометра в качестве омметра переключатель $П_2$ устанавливается в положение *6*. Выбор предела измерений осуществляется переключателем $П_1$. Питание схемы омметра производится от батарейки *Б* (от карманного фонаря) напряжением 4,5 *в*. Переменное сопротивление R_6 служит для установки стрелки прибора в нулевое положение.

При использовании прибора для проверки режима ламп в радиоаппаратуре необходимые переключения осуществляются переключателями $П_3$, $П_4$ и $П_5$. Переключатель $П_3$ имеет две секции на пять положений. Им производится подключение авометра к любому электроду проверяемой лампы. Переключатель $П_4$ имеет восемь секций на два положения. В положении *V* измеряется напряжение на соответствующем электроде испытываемой лампы, а в положении *А* — ток в цепи электрода лампы. При этом необходимо осуществить соответствующие переключения и в схеме авометра, который в первом случае должен работать как вольтметр постоянного тока, а во втором как миллиамперметр с соответствующими пределами измерений. Включение авометра для измерения тока в цепи электродов ламп осуществляет седьмая секция переключателя $П_4$.

Учитывая, что катод у различных радиоламп подведен к различным штырькам цоколя, в схеме предусмотрен переключатель катодов $П_5$, который необходим и при измерении режима работы двойных триодов с раздельными катодами.

Чтобы избежать применения большого количества переходных колодок, необходимых для измерения режима работы радиоламп с различной цоколевкой, в приборе применены три панельки с октальной цоколевкой и две па-

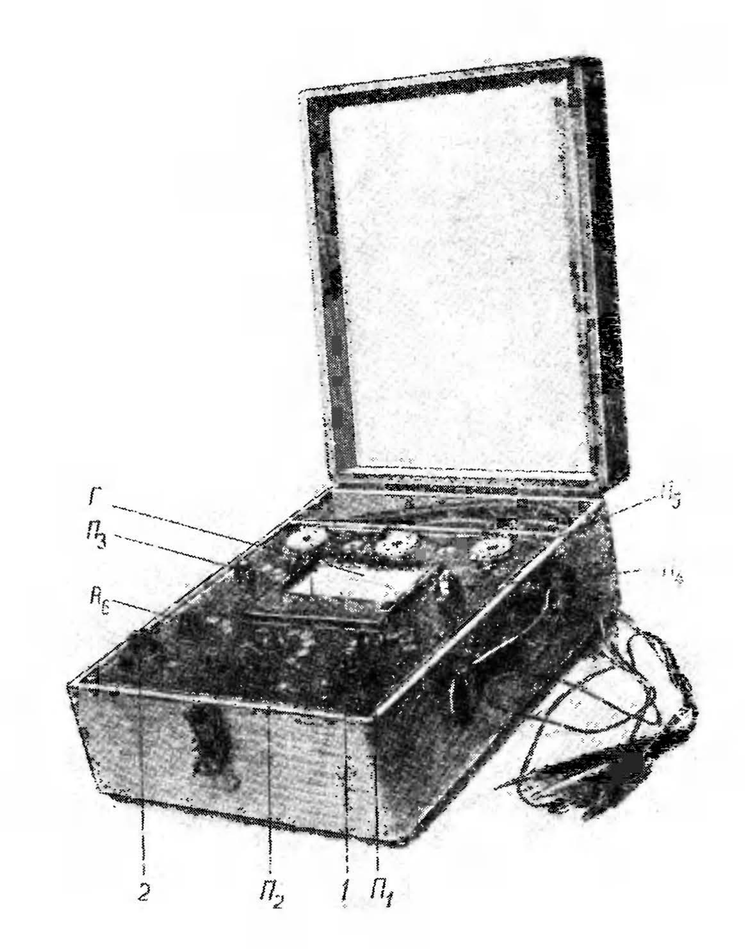


Рис. 47. Внешний вид режимометра.

нельки для пальчиковых радиоламп, причем радиолампы с октальной цоколевкой разбиты на три группы.

Ламповая панелька *I* предназначена для радиоламп с выводом катода на восьмой штырек, панелька *II* — для радиоламп с выводом накала на седьмой и восьмой штырьки и выводом катода на третий и шестой штырьки (6Н8С, 6Н9С, 6Г2) и панелька *III* — для радиоламп с выводом катода на пятый штырек.

Выводы от соответствующих элементов схемы режимометра и переключателей $П_3$, $П_4$ и $П_5$ подведены к восьми-

штырьковой переходной колодке, которая вставляется в радиоустройство вместо радиолампы, а последняя при этом переставляется в соответствующую панельку на приборе. Соединение прибора с переходной колодкой осуществляется через многоконтактную переходную фишку, одна часть которой укреплена внутри футляра прибора, а другая — на внутренней стороне панели.

Для удобства работы следует составить таблицу положений переключателей при различных видах измерений и данном типе радиоламп.

Внешний вид прибора приведен на рис. 47. Прибор смонтирован на панели из дюралюминия толщиной 1,5 *мм*. Лицевая сторона панели покрыта черным эбонитом толщиной 1 *мм*.

В качестве указателей рода и пределов измерений для всех переключателей использованы латунные никелированные винты (без шлица) диаметром 3 *мм* с головкой диаметром 8 и высотой 1 *мм*. На головке выбиты соответствующие цифры и знаки. Такой указатель крепится на дюралюминиевой панели, а головка его проходит в отверстие, высверленное в эбонитовой накладке, не выходя за уровень панели.

Сопротивления R_{12} — R_{16} — проволочные. Они, а также сопротивления R_{17}—R_{21} подбираются в процессе налаживания авометра.

Прибор заключен в дубовый ящик с внутренними размерами 300 × 230 × 75 *мм*. В верхней части ящика имеется отсек, где помещаются шнур с переходной колодкой и щупы. В этом же отсеке помещена батарея для питания омметра.

РЕЗОНАНСНЫЙ УКВ ВОЛНОМЕР[1]

Прибор предназначен для измерения частот 24—500 *Мгц* и имеет пять поддиапазонов: 24—45, 45—90, 82—170, 150—330 и 205—500 *Мгц*.

Принципиальная схема волномера приведена на рис. 48. Основной его частью является колебательный контур, который состоит из катушки индуктивности L_1 и одного из конденсаторов C_1 — C_5. Изменение емкости, включенной в контур, осуществляется переключателем *П*. В качестве конденсатора C_1 используется емкость монтажа. Катушка контура выполнена в виде неполного витка. Для

[1] Конструктор В. А. Батаев, г. Москва.

получения более равномерной шкалы настройки виток имеет форму спирали.

Плавное изменение частоты настройки волномера осуществляется ползунком *Р*, который при вращении рукоятки скользит по витку и изменяет его рабочую длину, а следовательно, и индуктивность. Скачкообразное изменение частоты осуществляется переключателем *П*.

Индикатором резонанса служит диодный вольтметр, который состоит из детектора *Д*, П-образного высокочастотного фильтра L C_6 C_7 и микроамперметра μA. Вольтметр подключается параллельно контуру. Измеряемая частота определяется по максимальному отклонению стрелки индикатора (микроамперметра).

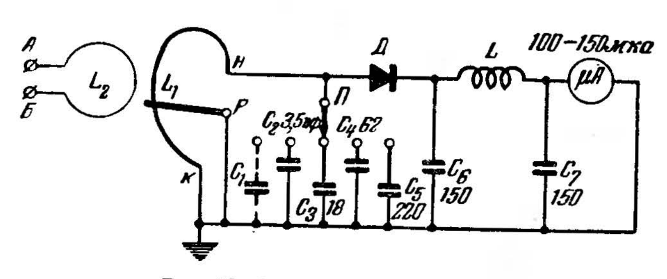


Рис. 48. Схема УКВ волномера.

Напряжение сигнала, частота которого определяется, подается в контур волномера при помощи витка связи L_2.

Внешний вид волномера и его монтажа показаны на рис. 49.

Катушки L_1 и L_2 изготавливаются из посеребренной медной проволоки или трубки диаметром 3 и длиной 245 *мм*. Их форма и размеры показаны на рис. 50. Полувиток катушки L_1 расположен на высоте 37 *мм* от панели на четырех опорных стойках *1*, изготовленных из органического стекла (рис. 49). Конец полувитка соединен с панелью при помощи бронзовой стойки *2*, которая ввинчивается в панель и закрепляется контргайкой. Виток катушки L_2 крепится непосредственно к зажимам *А* и *Б* на высоте 80 *мм* от панели. Зажимы должны быть изолированы от панели втулками из органического стекла.

Основной деталью конструкции волномера является переключатель *П*, обеспечивающий минимальное значение собственной емкости контура волномера. Для его изготовления могут быть использованы детали от обычного пере-

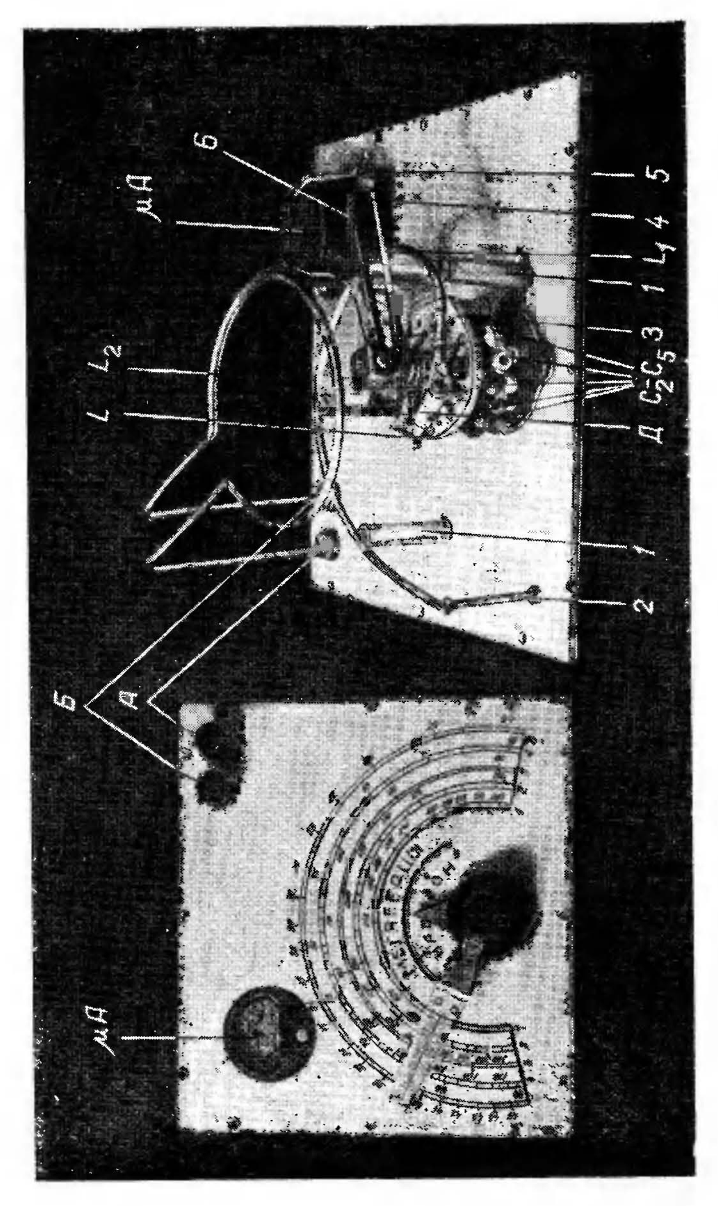


Рис. 49. Внешний вид и монтаж УКВ волномера.

ключателя диапазонов с керамической платой. С этой целью в керамической плате *3* нужно удалить подвижную часть и высверлить лишние контакты на неподвижной части платы. В четырех оставшихся контактах необходимо удалить внутренние части ламелей, которые обеспечивали раньше контакт с подвижной частью переключателя. К наружным лепесткам присоединяются конденсаторы C_2—C_5.

Ось переключателя имеет сквозное отверстие для оси ползунка. Плата фиксатора, его пружина и шарики использованы от стандартного переключателя. Ползунок *4*,

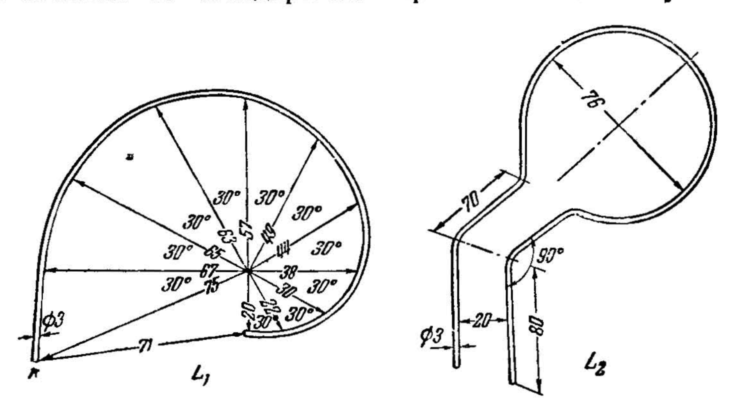


Рис. 50. Форма и размеры катушек L_1 и L_2.

перемещающийся по катушке L_1, изготавливается из того же материала, что и катушка. Для получения надежного контакта между ними ползунок через прокладку *5* из органического стекла прижимается к катушке стальной пружиной *6*.

Катушка (дроссель) L не имеет каркаса. Она содержит 10 витков медной посеребренной проволоки диаметром 1 *мм*. Диаметр ее витка равен 5, а длина намотки 20 *мм*.

На поверхность лицевой панели прибора наклеивается плотная белая бумага с вычерченными шкалами, которая закрывается потом прозрачным органическим стеклом. Весь прибор помещается в деревянный ящик размерами $185 \times 170 \times 118$ *мм*.

Градуировка волномера производится обычным порядком с помощью отградуированного передатчика или сигнал-генератора типа СГ-1. При градуировке сигнал-генератором выход последнего подключается к зажимам *А* и *Б* волномера. Если мощность сигнал-генератора недостаточ-

на, то на выход волномера следует вместо микроамперметра включить вход усилителя низкой частоты. При этом сигнал-генератор должен работать с внутренней модуляцией. Настройка волномера в резонанс производится по наибольшей громкости в телефонных трубках на выходе усилителя низкой частоты.

Градуировку следует начинать с наиболее высокочастотного поддиапазона, так как максимальную частоту, на которой будет работать волномер, определяет емкость монтажа схемы.

ГЕНЕРАТОР ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ[1]

О качестве приемно-усилительной аппаратуры можно судить не только по частотным и фазовым, но и по переходным характеристикам. Переходной характеристикой называется форма напряжения на выходе радиоустройства, когда на его вход подан скачок напряжения. Чтобы получить такую характеристику, на вход радиоустройства подают прямоугольные импульсы, длительность которых больше, чем длительность переходных процессов. Рассматривая при помощи осциллографа форму импульсов на выходе, можно судить о переходной характеристике устройства.

Данный генератор позволяет получить прямоугольные импульсы с плавной регулировкой по длительности 0,5—20 *мксек* и амплитуде 0—60 *в*. Частота следования импульсов может изменяться от 2 до 50 *кгц*. Для запуска ждущей развертки осциллографов предусмотрено получение специальных импульсов со временем опережения выходных прямоугольных импульсов 2—6 *мксек*.

Принципиальная схема генератора прямоугольных импульсов приведена на рис. 51.

В качестве основной схемы задающего генератора используется мультивибратор на лампе $Л_1$. Скачкообразное изменение частоты мультивибратора осуществляется переключателем $П_1$, а плавное — сдвоенным потенциометром R_2R_6.

Снимаемые с правого (по схеме) триода лампы $Л_1$ импульсы дифференцируются цепочкой R_9 C_5. В результате возникают два остроконечных импульса положительной (соответствующей фронту импульса мультивибратора) и от-

[1] Конструкторы С. И. Авдонкин и В. К. Кутузов, г. Ленинград.

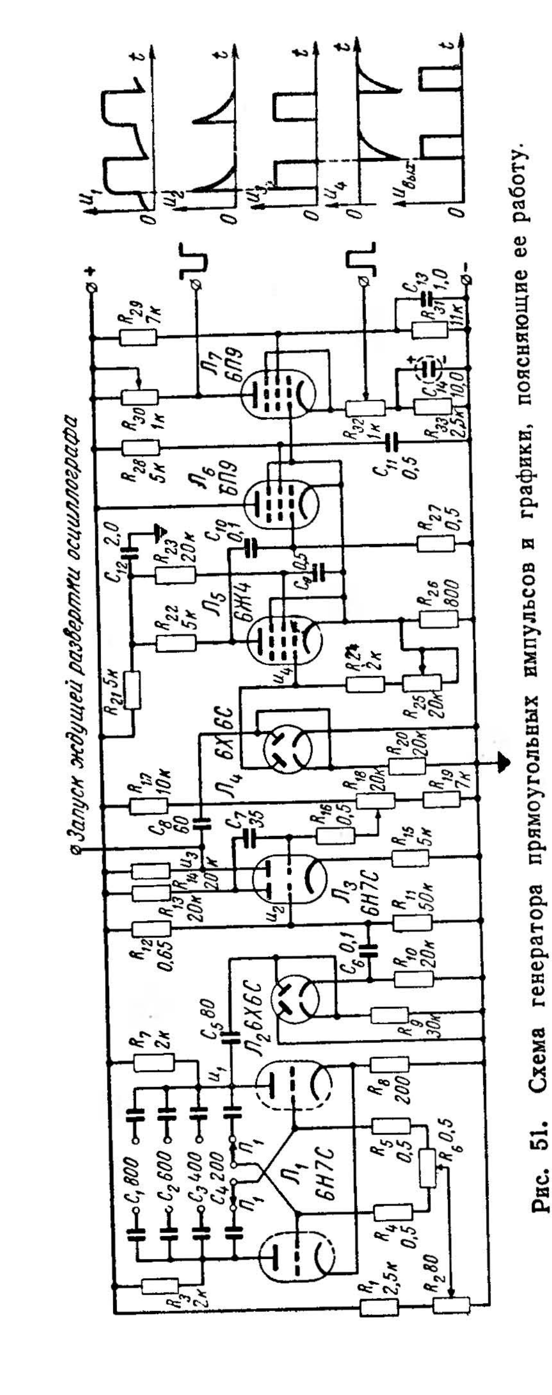


Рис. 51. Схема генератора прямоугольных импульсов и графики, поясняющие ее работу.

рицательной (соответствующей спаду импульса мультивибратора) полярности. Эти остроконечные импульсы подаются на диодный ограничитель по минимуму с лампой $Л_2$, на выходе которого остаются только остроконечные импульсы положительной полярности.

Эти импульсы запускают спусковое устройство с лампой $Л_3$, на выходе которого (правом триоде лампы $Л_3$) возникает прямоугольный импульс, длительность которого может регулироваться от 2 до 10 *мксек* потенциометром R_{18}.

Прямоугольные импульсы с выхода спускового устройства после дифференцирования поступают в ограничитель с лампой $Л_4$, на выходе которого образуются остроконечные отрицательные импульсы, временно́е положение которых определяется спадом прямоугольных импульсов спусковой схемы. Эти отрицательные импульсы используются в качестве запускающих для второй спусковой схемы, генерирующей рабочие прямоугольные импульсы длительностью 0,5—20 *мксек* с амплитудой 60—70 *в*.

Таким образом, фронт рабочих прямоугольных импульсов отстает от фронта вспомогательных прямоугольных импульсов на время, равное длительности импульсов спусковой схемы. Поэтому, если положительный импульс спусковой схемы подать на генератор ждущей развертки осциллографа, то прямой ход развертки начнется ранее появления на исследуемой цепи рабочих прямоугольных импульсов. Это позволит наблюдать на экране осциллографа фронт рабочего прямоугольного импульса.

Спусковое устройство рабочих прямоугольных импульсов работает на пентодах $Л_5$ и $Л_6$ типов 6Ж4 и 6П9, обладающих большой крутизной и малыми входной и выходной емкостями. Это позволяет получить импульсы с крутыми фронтами и спадами.

Второе спусковое устройство генерирует импульсы с частотой управляющих импульсов. Регулировка длительности выходных импульсов осуществляется переменным сопротивлением R_{25}.

Образующиеся на катодном сопротивлении R_{26} положительные импульсы подают на управляющую сетку оконечной лампы $Л_7$. Если в анодную цепь этой лампы включить сопротивление R_{30} порядка 1,5 *ком*, то амплитуда этих импульсов может достигать 100 *в*.

Отсутствие разделительного конденсатора в цепи управляющей сетки лампы оконечного каскада обеспечивает независимость амплитуды выходных импульсов от их длительности и частоты следования.

Если предварительного запуска развертки осциллографа не требуется, то схему генератора прямоугольных импульсов можно упростить, исключив каскады на лампах $Л_3$ и $Л_4$. Кроме того, при больших сопротивлениях нагрузки можно исключить и оконечный каскад, снимая положительные импульсы с сопротивления R_{26} или отрицательные с анода лампы $Л_6$, включив предварительно в анодную цепь сопротивление нагрузки.

Генератор питается от двухполупериодного кенотронного выпрямителя на кенотроне 5Ц4С, смонтированного на общем шасси (на принципиальной схеме выпрямитель не показан). Он собран на угловом шасси из листового алюминия толщиной 1,5 *мм*. На вертикальной панели расположены основные органы управления генератором (регуляторы величины задержки, частоты повторения импульсов, амплитуды импульсов и др.). Весь основной монтаж выполнен в подвале шасси. В выпрямителе применен готовый силовой трансформатор типа ЭЛС-2.

ИСПЫТАТЕЛЬ РАДИОПРИЕМНИКОВ[1]

Испытатель предназначен для обнаружения повреждений в цепях приемника и налаживания последнего. Такой прибор полезен для ремонтных радиомастерских, где требуется быстрое определение неисправностей радиоприемника, усилителя и т. п. Он может также принести пользу радиолабораториям, радиокружкам и отдельным радиолюбителям при налаживании различной низкочастотной и высокочастотной аппаратуры.

Принципиальная схема испытателя приведена на рис. 52. Прибор состоит из блоков высокой и звуковой частот, электронно-оптического индикатора, лампового вольтметра и выпрямителя. Эти части прибора могут быть использованы как самостоятельно, так и в сочетании друг с другом.

Блок высокой частоты представляет собой двухкаскадный настраиваемый усилитель высокой частоты с трансформаторным включением колебательных контуров. Усилитель заканчивается диодным детектором. Об уровне напряжения высокой частоты на входе высокочастотного

[1] Конструктор Г. М. Кагановский, г. Львов.

7—1522

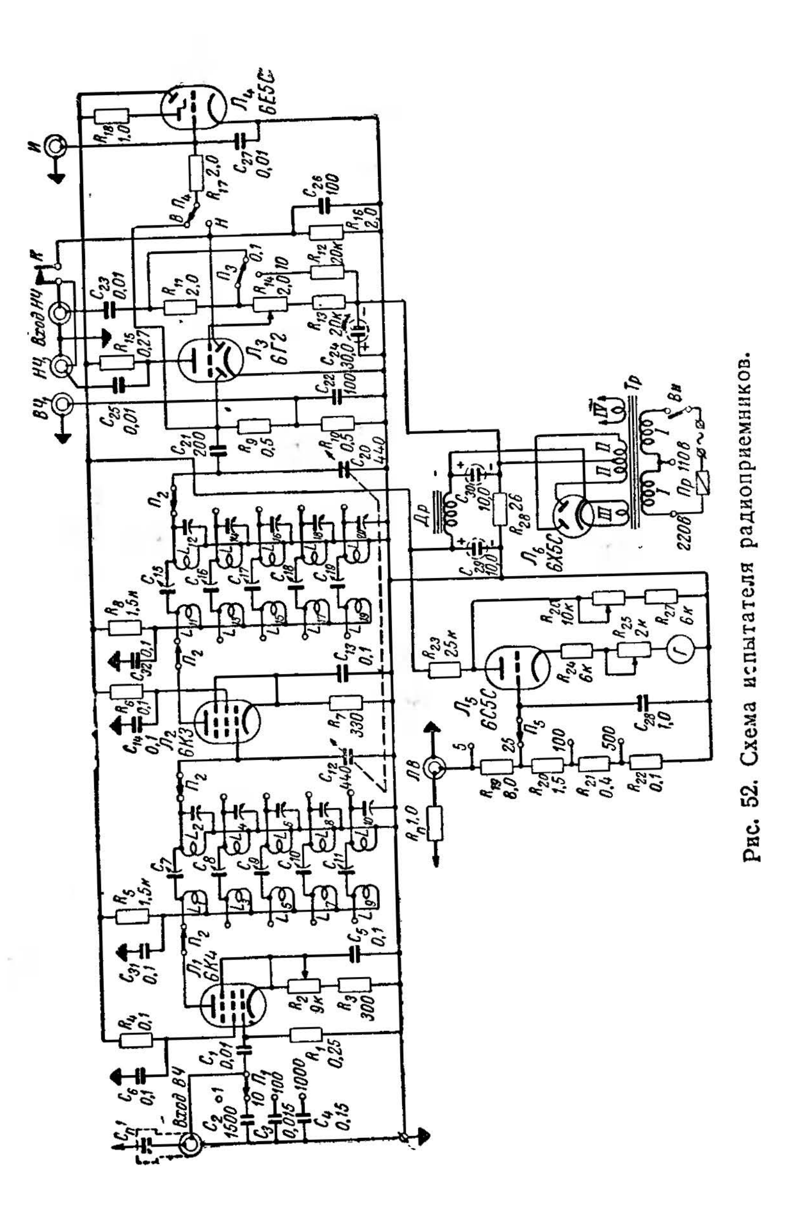


Рис. 52. Схема испытателя радиоприемников.

блока можно судить по теневому сектору электронно-оптического индикатора.

Этот блок перекрывает диапазон частот 100 *кгц* — 16 *Мгц*, который разбит на пять поддиапазонов: 100—265, 250 — 640, 620 — 1 750 *кгц*, 1,7 — 4,95 и 4,85 — 16 *Мгц*. Таким образом, блок высокой частоты перекрывает диапазон высоких и промежуточных частот радиоприемников почти всех типов. Включение того или иного поддиапазона осуществляется переключателем $П_2$.

На входе высокочастотного блока имеется емкостный делитель, а в цепи катода лампы $Л_1$ — плавный регулятор усиления (переменное сопротивление R_2), благодаря которым можно судить об уровне сигнала на входе испытателя. Регулятор R_2 может уменьшить усиление первого каскада от 1 до 10, а емкостный делитель позволяет получить относительное уменьшение сигнала на входе устройства скачками в 1, 10, 100 и 1 000 раз. Присоединение входа высокочастотного блока к исследуемому участку схемы приемника с помощью пробника и отрезка коаксиального кабеля длиной около 2 *м* дает минимальное деление напряжения на управляющей сетке лампы $Л_1$ в отношении $^1/_{150}$. Это ослабление напряжения при установке переключателя $П_1$ в положение *1* условно принято за единицу.

При помощи делителя и регулятора напряжения, позволяющих ослаблять сигнал на выходе первого каскада блока в 10 000 раз, представляется возможным поддержать постоянным угол теневого сектора электронно-оптического индикатора настройки при значительном изменении напряжения на входе блока. Кроме того, можно приблизительно определить изменение величины входного сигнала, наблюдая положение ручек емкостного делителя и регулятора чувствительности (угол теневого сектора оптического индикатора поддерживается постоянным).

Емкостный делитель используется только при работе на частотах 100 — 1 750 *кгц* (первые три поддиапазона) и применении указанного выше входного устройства. На частотах выше 1 750 *кгц* (четвертый и пятый поддиапазоны) емкостный делитель выключается путем установки ручки переключателя $П_1$ в положение *1*. При этом регулировка усиления осуществляется регулятором напряжения R_2.

Связь между каскадами высокочастотного блока индуктивно-емкостная. Такая связь обеспечивает равномерное усиление в пределах каждого поддиапазона. В качестве

диодного детектора блока использован левый (по схеме) диод лампы $Л_3$, работающей в блоке низкой частоты.

Блок высокой частоты может быть использован: для определения частоты модулированного или немодулированного сигнала; как резонансный ламповый вольтметр для измерения относительных величин сигналов высокой или промежуточной частоты на различных участках схемы радиоприемника; для наблюдения или прослушивания сигнала в различных цепях приемника; для обнаружения паразитной генерации в каскадах высокой и промежуточной частот приемника; для определения источника помех (шумов, тресков), возникающих в каскадах высокой и промежуточной частот приемника; как контрольный прибор для проверки качества работы гетеродина приемника; в качестве обычного радиовещательного приемника (для прослушивания на телефонные трубки — гнездо *ВЧ*). При этом антенна присоединяется непосредственно к гнезду *Вход ВЧ*.

Блок звуковой частоты представляет собой однокаскадный усилитель низкой частоты на лампе $Л_3$, оканчивающийся диодным выпрямителем, в качестве которого использован правый (по схеме) диод той же лампы. Блок имеет входное гнездо *Вход НЧ*. Входной делитель $R_{11}R_{12}$, включаемый в схему переключателем $П_3$, уменьшает чувствительность блока в 100 раз. Он имеет два положения (0,1 и 10). Плавный делитель R_{14} изменяет напряжение сигнала на управляющей сетке лампы $Л_3$ в 10 раз и имеет градуированную шкалу на 10 делений. Таким образом, чтобы определить величину ослабления сигнала на входе лампы $Л_3$, надо взять произведение показаний по шкале обоих делителей.

Плавный и ступенчатый делители, включенные на входе блока, позволяют с помощью индикатора $Л_4$ производить относительное сравнение величин двух сигналов низкой частоты, подаваемых на вход низкочастотного блока. Об изменении уровня сигнала можно судить по положению ручек делителей, при которых угол теневого сектора оптического индикатора равен нулю. Для проведения сравнительных измерений величин напряжения низкой частоты ручки ступенчатого и плавного делителей следует поворачивать до тех пор, пока теневой сектор оптического индикатора максимально сузится. Это будет исходное положение для измерений. После этого подаётся напряжение низкой частоты с другим уровнем и установкой ручек делителей добиваются, чтобы теневой сектор снова исчез. По отношению произведений показаний ручек делителей в первом и втором случаях, можно судить об увеличении либо уменьшении напряжения на входе блока. Если это отношение меньше единицы (например, равно $1/2$), то это означает, что сигнал на входе блока во втором случае увеличился (для нашего случая — в 2 раза). Если же получившееся отношение больше единицы, то это будет указывать на уменьшение сигнала на входе. Точность проведения сравнительных измерений при таком методе достигает $\pm 15\%$.

При проведении сравнительных измерений на высокой частоте переключатель $П_4$ устанавливается в положение *В*, а на низкой — в положение *Н*.

Входное сопротивление блока низкой частоты — около 2 *Мом*. Конденсатор C_{23} служит для защиты входа низкочастотного блока от постоянной составляющей. Выходное гнездо блока *НЧ* устроено таким образом, что при подключении к нему штепсельной вилки от телефонных трубок или входа осциллографа размыкаются контакты *К*, которые разрывают цепь, связывающую вход усилителя со входом диодного выпрямителя.

Блок звуковой частоты может быть использован для прослушивания на телефонные трубки сигналов НЧ, наблюдения формы сигнала с помощью осциллографа в различных цепях усилителей, а также для проверки наличия шумов, определения причин искажений, фона переменного тока и паразитной генерации в каскадах низкой частоты. Этот блок используется и для усиления напряжения низкой частоты, полученного в результате детектирования высокочастотного сигнала. Необходимость в этом возникает при подаче на вход высокочастотного блока очень малых напряжений, вследствие чего усиление блока высокой частоты оказывается недостаточным (при этом гнездо $ВЧ_1$ соединяется с гнездом *Вход НЧ*).

Оптический индикатор настройки с входным гнездом *И*, как уже было указано, служит индикатором при относительных измерениях. При помощи переключателя $П_4$ вход индикатора подключается к выходу блоков высокой или звуковой частоты.

Ламповый вольтметр предназначен для измерения постоянных напряжений до 500 *в* на шкалах 5, 25, 100 и 500 *в*. Он представляет собой усилитель постоянного тока на лампе $Л_5$, в катодную цепь которой включен галь-

ванометр $Г$ чувствительностью 500 *мка*. Катодный ток, измеряемый гальванометром, при помощи переменного сопротивления R_{26} подбирается таким, чтобы стрелка прибора находилась точно посредине шкалы. Это положение является нулем шкалы вольтметра.

В катодной цепи последовательно с гальванометром $Г$ имеется переменное сопротивление R_{25}, которое служит для изменения напряжения смещения на управляющую сетку лампы. Регулировкой этого сопротивления достигается изменение чувствительности лампового вольтметра. Это сопротивление регулируется только во время налаживания прибора (его ручка выведена под шлиц).

Благодаря тому, что нуль прибора расположен посредине шкалы, вольтметр может измерять постоянное напряжение как положительной, так и отрицательной полярности по отношению к шасси без каких-либо переключений. При всех четырех положениях переключателя $П_5$ пределов измерений входное сопротивление вольтметра равно примерно 11 *Мом*.

Как и другие блоки, ламповой вольтметр имеет отдельное входное гнездо *ЛВ*, напряжение к которому подводится при помощи экранированного кабеля и пробника. Наконечник пробника соединен с экранированным кабелем через сопротивление $R_п$, смонтированное в самом пробнике. Оно служит для устранения влияния емкости и индуктивности кабеля на измеряемую цепь, если последняя содержит высокочастотные составляющие напряжения.

Ламповый вольтметр может быть использован для измерения постоянных напряжений в цепях АРУ, на электродах ламп усилителей, гетеродинов и для измерения уровня напряжения на выходе блоков высокой и низкой частот после детектирования.

Выпрямитель смонтирован по обычной двухполупериодной схеме на лампе $Л_6$. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 110 или 220 *в*.

Прибор смонтирован на шасси (310×140×90 *мм*) из мягкой листовой стали толщиной 1 *мм*, которое прикреплено к передней панели (310×185 *мм*), выполненной из листового алюминия толщиной 2 *мм*. Шасси устанавливается в ящике (310×185×95 *мм*), изготовленном из алюминия толщиной 1 *мм*.

На шасси расположены агрегат конденсаторов переменной емкости, силовой трансформатор, электролитические конденсаторы фильтра выпрямителя, в подвале шасси — переключатель диапазонов, блок контурных катушек с подстроечными конденсаторами, дроссель фильтра выпрямителя, переменное сопротивление R_{25} и колодка питания.

На передней панели помещены гальванометр, переключатели $П_1$ и $П_5$ и переменные сопротивления R_2, R_{14} и R_{26}. В верхней части находится оптический индикатор, а под ним — переключатели $П_3$, $П_4$ и $П_2$. Слева укреплена шкала круглой формы, проградуированная по частоте в килогерцах и разделенная на пять поддиапазонов, а справа внизу — выключатель электросети и индикаторная лампочка включения прибора. В нижней части передней панели расположены в один ряд входные и выходные гнезда всех блоков прибора.

Самодельными деталями прибора являются контурные катушки, силовой трансформатор, дроссель фильтра и ряд мелких деталей. В качестве колебательных контуров можно использовать 2 комплекта контуров от приемников типов «Ленинград», «Мир» и др. Некоторое изменение диапазона частот прибора при этом существенного значения не имеет.

Силовой трансформатор собран на сердечнике сечением 6 *см²*. Обмотки *I* содержат по 860 витков провода ПЭЛ 0,35, обмотки *II* — по 2 000 витков ПЭЛ 0,14, обмотка *III* — 50 витков ПЭЛ 0,6 и обмотка *IV* — 50 витков ПЭЛ 0,9.

При монтаже прибора основное внимание должно быть обращено на прочность крепления и отсутствие паразитных связей. Для этого все сопротивления и конденсаторы малой емкости укрепляются на текстолитовых пластинках, а соединительные провода, заземленные по высокой частоте, и провода в экранной оболочке связываются в общий жгут.

В наиболее ответственных местах, где требуется повышенная изоляция, для крепления сопротивлений и конденсаторов должна быть использована высокочастотная керамика.

Кроме перечисленных выше применений блоков в отдельности, прибор в целом может быть использован для определения коэффициента усиления отдельных каскадов приемника, настройки и сопряжения его контуров, измерения уровня помех, воспринимаемых антенной, а также как индикатор и простейший прибор для измерения напряженности поля.

К ЧИТАТЕЛЯМ

Выпуски Массовой радиобиблиотеки служат важному делу пропаганды радиотехнических знаний среди широких слоев населения нашей страны и способствуют развитию радиолюбительства. В свете этих задач большое значение имеет привлечение радиолюбительской общественности к критике каждой вышедшей книги и брошюры.

Редакция Массовой радиобиблиотеки обращается к читателям данной книги с просьбой прислать свои отзывы, пожелания и замечания вместе с краткими сообщениями о своем образовании, профессии, возрасте и радиолюбительском опыте по адресу: Москва, Шлюзовая набережная, д. 10—Редакция Массовой радиобиблиотеки Госэнергоиздата.

Мне всегда нравились старые, сильно потрёпанные книжки. Потрёпанность книги говорит о её высокой востребованности, а старость о вечно ценном содержании. Всё сказанное в большей степени касается именно технической литературы. Только техническая литература содержит в себе ту великую и полезную информацию, которая не подвластна ни политическим веяниям, ни моде, ни настроениям! Только техническая литература требует от своего автора по истине великих усилий и знаний. Порой требуется опыт целой жизни, чтобы написать небольшую и внешне невзрачную книгу.

К сожалению ни что не вечно в этом мире, книги треплются, разваливаются на отдельные листы, которые затем рвутся в клочья и уходят в никуда. Плюс ко всему орды варваров, которым без разницы, что бросить в костёр или чем вытереть свой зад. Именно их мы можем благодарить за сожженные и растоптанные библиотеки.

Если у Вас есть старая книга или журнал, то не дайте им умереть, отсканируйте их и пришлите мне. Совместными усилиями мы можем создать по истине уникальное и ценное собрание старых технических книг и журналов.

Сайт старой технической литературы:

http://retrolib.narod.ru